



*Автомобильно-транспортный институт*

*ФГКВОУ ВПО «Военный учебно-научный центр  
Военно-воздушных сил «Военно-воздушная академия  
имени профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина»*

*Автомобильный, правовой техникум*

**Всероссийская научно-практическая конференция  
для молодых ученых и студентов  
с международным участием**

**АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ НАУКИ И ОБРАЗОВАНИЯ  
НА СОВРЕМЕННОМ ЭТАПЕ**

*Сборник научных трудов по материалам Всероссийской  
научно-практической конференции  
06-07 июня 2019 г.*

**ВОРОНЕЖ  
2019**



Автомобильно-транспортный институт  
ФГКВОУ ВПО «Военный учебно-научный центр Военно-воздушных сил  
«Военно-воздушная академия имени профессора  
Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина»  
Автомобильный, правовой техникум

Всероссийская научно-практическая конференция  
для молодых ученых и студентов  
с международным участием

## АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ НАУКИ И ОБРАЗОВАНИЯ НА СОВРЕМЕННОМ ЭТАПЕ

Сборник научных трудов по материалам Всероссийской  
научно-практической конференции  
06-07 июня 2019 г.

ВОРОНЕЖ  
2019 г.

БКБ 67.0

Актуальные проблемы науки и образования на современном этапе. [Текст]: сборник статей Всероссийской научно-практической конференции 06-07 июня 2019 г. – Воронеж: Институт экономики и права, 2019 – 414 с.

ISBN –978-5-94638-103-1

Сборник содержит научные сообщения и тезисы докладов, прозвучавших на Всероссийской научно-практической конференции. Тематика включает в себя широкий спектр научных вопросов по различным отраслям технических, гуманитарных, экономических и правовых знаний. Опубликованные материалы будут полезны широкому кругу специалистов, интересны для студентов, аспирантов, преподавателей и магистрантов.

Печатается по решению Ученого совета автомобильно-транспортного института протокол №11 от 26.06.2019 г.

Главный редактор И.Г. Амрахов, д.т.н., проф.

Заместитель главного редактора Д.С. Кутищев, к.т.н., доцент

Члены редакционной коллегии: Е.Г. Спиридонов, д.т.н., проф.,

А.И. Иванников, к.т.н., доцент, Н.Н. Рагимова, к.т.н., доцент,

В.В. Сипко, к.т.н., доцент, В.В. Высоцкий, к.и.н., доцент.

Ответственный секретарь Д.С. Кутищев, к.т.н., доцент.

Материалы настоящего сборника могут быть воспроизведены только с письменного разрешения редакционной коллегии.

Сборник включен в Российский индекс научного цитирования (РИНЦ).



© Издательство «Институт экономики и права», 2019

© Автомобильно-транспортный институт, 2019

## ОГЛАВЛЕНИЕ

### СЕКЦИЯ 1: ЭКСПЛУАТАЦИЯ ТРАНСПОРТНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ МАШИН И КОМПЛЕКСОВ

<i>Абрамов Д.Д., Кислякова Т.В., Пальчикова Г.С.</i> Особенности создания в solidworks 3d моделей механизмов с целью повышения эксплуатационных качеств	9
<i>Асосков А.С., Тарнопольский А.В.</i> Охлаждение, осушение, увлажнение и ионизация воздуха в вихревых устройствах	19
<i>Белокуров В.П., Харитонов А.О., Клейменова И.С., Романенко Т.В., Амангельдыев Э.</i> Повышение эффективности организации рациональной схемы маршрутов городского пассажирского транспорта	25
<i>Богатырева Ж.И., Серебрянский А.И., Верхогляд И.Ю.</i> Методика определения износостойкости манжетных уплотнений валов автомобильного транспорта	29
<i>Богатырева Ж.И., Серебрянский А.И., Кубарев А. С.</i> Методика определения эксплуатационных показателей в узлах трения манипуляторного технологического оборудования специальной авиационной техники	34
<i>Богатырева Ж.И., Серебрянский А.И., Венрев И.А.</i> Улучшение эксплуатационных показателей цилиндрических пар трения за счет расчета параметров рабочей меры	38
<i>Бусарин Э.Н., Ломакин П.В., Зиновьева П.А., Посыльная Е.Ю.</i> К вопросу формирования единой автоматизированной транспортной системы города	41
<i>Бруцкий Е.Ю., Зенин В.Л.</i> Расчет масштабного фактора модели трения и изнашивания на основе критериального уравнения	45
<i>Быков В.С., Амрахов И.Г., Сипко В.В., Фирсов Ю.Р.</i> История и перспективы применения многоцилиндровых автомобильных двигателей	47
<i>Быков В.С., Мошуров В.И., Кутищев Д.С., Сипко В.В., Бордычев В.Р.</i> Автомобильные двигатели с переменной степенью сжатия	54
<i>Быков В.С., Кутищев Д.С., Сипко В.В., Велигурина Д.С.</i> История электромобиля в СССР	59
<i>Быков В.С., Попов И.Г., Кутищев Д.С., Сипко В.В., Кутырев В.С.</i> Проблемы эксплуатации длинномерных автопоездов в России и в мире	65
<i>Быков В.С., Тарасов В.А., Рубаков А.В.</i> Эволюция автомобильных фар	72

<b>Войнов А.А., Лагодинский Ф.В., Атясов Д.А.</b> Ультразвуковой излучатель	77
<b>Гончаров А.П., Нижников А.В., Харин С.С.</b> Методика обработки измерений о состоянии метрологического обеспечения ракетно-космической техники в сфере обороны и безопасности	81
<b>Гришаев М.Е., Яковлев А.С.,</b> Конструирование современных измерительных систем	89
<b>Гришаев М.Е., Яковлев А.С.</b> Расчет показателя накопления усталостных повреждений в процессе испытаний автомобильной техники специального назначения	92
<b>Дзюбенко О.Л., Ключев Д.А.</b> Методика обнаружения причин неисправностей комбинированных электроизмерительных приборов	95
<b>Дзюбенко О.Л., Кутищев Д.С., Свиридов В.Г., Махинов Д.Н.</b> Метрологическое обеспечение качества продукции двойного назначения	99
<b>Дзюбенко О.Л., Чмутин Е.В.</b> Информационные технологии в эксплуатации автомобильного транспорта	103
<b>Егенов Ж.К., Абрамова И.Н., Абрамов О.В.</b> пути решения метрологического обеспечения контроля качества авиатоплива	107
<b>Ермаков М.Ю., Серебрянский А.И.</b> Преобразование реверсивного трения в шарнирном соединении	111
<b>Ермаков М.Ю., Серебрянский А.И.</b> Определение оптимальной величины натяга в подшипнике скольжения	114
<b>Касалапов А.Л., Звижгинский А.И.</b> Проблемы применения систем видеонаблюдения в гражданских и военных целях	117
<b>Колядин П.А., Прядкин В.И.</b> К вопросу моделирования автомобильных систем поддрессоривания	120
<b>Кузовлев В.И., Зенин В.Л.</b> Адаптация иностранных курсантов при изучении дисциплин профессионального цикла	125
<b>Кузьменко Е.Л., Баранов Л.С., Шумлянцев М.Н.</b> Возможности применения аддитивных технологий в техническом творчестве курсантов	129
<b>Кутищев Д.С., Быков В.С., Кузнецов А.А., Свиридов В.Г., Сипко В.В.</b> Повышение эффективности участка ТО и ТР за счет разработки электромеханического подъемника	133
<b>Кухаренко С.П., Дундуков Ю.А.</b> Расчет на прочность элементов вильчатых соединений трансмиссии транспортных средств с учетом резонансной частоты	138
<b>Лоскутов А.С., Котенев М.А., Веретенников А.Н.</b> Изучение основ 3D-моделирования на примере гидроцилиндра подъемника	142
<b>Лоскутов А.С., Веретенников А.Н.</b> Перспективы применения неметаллических антифрикционных материалов в	

машиностроении	146
<b>Маланин В.Е., Звижгинский А.И.</b>	
Двойное назначение систем машинного зрения	151
<b>Маслов В.А., Дзюбенко О.Л., Свиридов В.Г.</b>	
Проблемные аспекты использования хладагентов в системах кондиционирования	154
<b>Маслов В.А., Дзюбенко О.Л., Кутищев Д.С.</b>	
Мониторинг экологического состояния приаэродромных территорий	158
<b>Никитенко Ю.В.</b>	
Анализ концепции беспороговой линейной зависимости доза-эффект при воздействии ионизирующего излучения на организм	161
<b>Никитенко Ю.В., Бедарев А.В.</b>	
Метрологическое обеспечение радиационного контроля на производстве	167
<b>Никитенко Ю.В.</b>	
Особенности применения детекторов ионизирующего излучения при измерениях радиационных величин	173
<b>Оробинский Ю.И., Самадов О.Г.</b>	
Влияние технологии производства растительных и животных жиров на окружающую среду	177
<b>Оробинский Ю.И., Самадов О.Г.</b>	
Экспертиза пищевой продукции методом газовой хроматографии	181
<b>Пальчикова Г.С., Ойченко Ю.О.</b>	
Выбор эксплуатационных материалов в транспортном машиностроении методами компьютерного моделирования	186
<b>Пальчикова Г.С., Кислякова Т.В.</b>	
История исследования теории трения полимерных материалов	190
<b>Прядкин В.И., Михин И.Ю., Русанов А.В.</b>	
Методика моделирования процесса взаимодействия широкопрофильной шины с пороговой неровностью	193
<b>Прядкин В.И., Федянин А.В.</b>	
Особенности конструкций сидений водителя грузовых автомобилей	198
<b>Рукавицын П.С., Кухаренко С.П.</b>	
Методы оценки прочности кузовной части современного автомобиля	205
<b>Сапожков А.Ю., Шаталова А.В., Зимарин С.В., Четверикова И.В.</b>	
Оснащение мелкогабаритного транспорта современной разведовательно-дозорной техникой для ВС РФ	210
<b>Свиридов В.Г., Кутищев Д.С., Обидин В.В.</b>	
Проблемы метрологического обеспечения на производстве	213
<b>Свиридов В.Г., Кутищев Д.С., Кузнецов А.А., Харченко Н.И.</b>	
Анализ метрологического обеспечения измерений параметров автомобильных дорог	217
<b>Свиридов В.Г., Кутищев Д.С., Дзюбенко О.Л.</b>	
Метрологическое обеспечения прогнозирования и контроля изнашивание пар трения	223

<b>Серебрянский А.И., Богатырева Ж.И.</b> Расчет фактических величин напряжений в шарнирных соединениях	228
<b>Серебрянский А.И., Шуваев А.Ю.</b> Обоснование выбора антифрикционных материалов для шарниров манипуляторов	232
<b>Серебрянский А.И., Ермаков М.Ю.</b> Метрологическое обеспечение исследований цилиндрических пар трения на основе критериев подобия	236
<b>Смирнов Д.Н., Кутищев Д.С., Ткачев В.И., Гайворонский И.С.</b> Анализ современных тепловизионных приборов	240
<b>Смирнов Д.Н., Чернопятова С.А., Кутищев Д.С., Гайворонский И.С.</b> Анализ фундаментальных методик тепловой диагностики	246
<b>Смирнов Д.Н., Чернопятова С.А., Кутищев Д.С.</b> Информационно-метрологическое сопровождение жизненного цикла авиационной техники на основе тепловой диагностики	249
<b>Спиридонов Е.Г., Абрамова И.Н., Маричев А.В., Воробьев А.Б., Ле И Нгуен</b> Факторы, учитываемые при разработке классификации транспортной логистики в решении задач организации мультимодальных перевозок	253
<b>Спиридонов Е.Г., Абрамова И.Н., Маричев А.В., Воробьев А.Б., Томбе Эпифанио Антонио</b> Макроэкономический контекст при разработке принципов управления транспортом	260
<b>Спиридонов Е.Г., Оробинский Ю.И., Маричев А.В., Воробьев А.Б., Чан Хью Ту</b> Принципы построения логистических транспортных цепей	269
<b>Спиридонов Е.Г., Кутищев Д.С., Маричев А.В.,</b> Модель получения знаний об объекте исследований	275
<b>Спиридонов Е.Г., Маричев А.В., Тюменцев В.В.</b> Логистическая цепь в процессе транспортировки грузов потребителям	279
<b>Тарасов В.А., Быков В.С., Порхоменко Э.Н., Комогорцев М.Д.</b> Эволюция и перспективы применения инжекторных бензиновых двигателей	285
<b>Тарасов В.А., Божков Ю.Ю., Корнев П.Е.</b> Приспособление для предмонтажной проверки работоспособности устройств защитного отключения	292
<b>Унковский А.В., Спиридонов Е.Г., Титов Д.А.</b> Источники ошибок при определении координат источника радиоизлучения	295
<b>Филатов А.К., Авдеев А.И.</b> Моделирование противобуксовочного устройства с использованием графического редактора Компас 3D.	298
<b>Хабибуллин Р.Р., Сергеевичев Ю.В., Акжигитов А.Р., Генералова А.А.</b> Электронная система курсовой устойчивости	301
<b>Шевченко Д.А., Зенин В.Л.,</b> Оценка конструктивных и эксплуатационных показателей щеки системы управления	303

<b>Шуваев А.Ю., Серебрянский А.И.</b> Определение параметров модельного узла для лабораторных исследований пар трения	307
<b>Шуваев А.Ю., Серебрянский А.И.</b> Определение параметров соединения вал – подшипник скольжения	310
<b>Ярыгин А.В., Сидоренко А.С.</b> Алгоритм расчета и оптимизации кинематических характеристик механизма подвески колеса легкового автомобиля	313
<b>Ярыгин А.В., Сидоренко А.С.</b> Постановка задачи по оптимизации кинематических характеристик механизма подвески колеса легкового автомобиля	321

## СЕКЦИЯ 2: ЭКОНОМИКА И ОСНОВЫ УПРАВЛЕНИЯ, ГУМАНИТАРНЫЕ И СОЦИАЛЬНЫЕ НАУКИ

<b>Высоцкий В.В., Полухин Е.Н.</b> К вопросу концепции экономического развития воронежской области	325
<b>Кухаренко С.П., Дзюбенко О.Л., Полухин Е.Н.</b> Резервы повышения эффективности освоения учебного материала в вузе	330
<b>Кухаренко С.П., Дзюбенко О.Л., Носалев В.А.</b> Формирование модели освоения учебного материала в вузах	337
<b>Кораблина Л.Н., Магдалинина М.А.</b> Женское образование в воронеже (Первая половина XIX в.)	342
<b>Мескина О.А.</b> Демографические проблемы в россии. исторический аспект	347
<b>Магдалинина М.А., Кораблина Л.Н.</b> Истоки возникновения и период становления воронежского драматического театра как социально-культурного явления русской провинции	353
<b>Мокшин Д.А., Зенин В.Л.</b> Актуальные проблемы при подготовке специалистов в процессе преподавания естественнонаучных дисциплин	360
<b>Мун О.А., Колдин А.Г.</b> Современные способы получения информации как средство оптимизации процесса обучения иностранному языку	365
<b>Нестеренко В.И.</b> Основные направления развития металлургического комплекса – локомотива экономики центрально – черноземного района	368
<b>Нестеренко В.И., Рагимова Н.Н.</b> Инновационное развитие регионов как фактор конкурентоспособности россии в мировой экономике	372
<b>Нестеренко В.И.</b> Оценка инновационного развития воронежской области	376
<b>Овсянников С.В.</b>	

Выбор направлений деятельности на рынке как условие устойчивого развития промпредприятий	384
<b><i>Овсянников С.В.</i></b>	
Управление факторами конкуренции для устойчивого развития экономики промпредприятий	388
<b><i>Овсянников С.В.</i></b>	
Устойчивое развитие экономики промпредприятий на основе конкурентных стратегий	393
<b><i>Пальчикова Г.С., Туровцев И.И.</i></b>	
Эффективность использования информационных технологий при изучении курса «Инженерная графика»	398
<b><i>Уктамжонов М.Ж., Абрамов О.В., Абрамова И.Н.</i></b>	
Формирование мотивации у курсантов к самостоятельной работе по дисциплинам механического цикла	402
<b><i>Ярыгин А.В., Сидоренко А.С.</i></b>	
Использование компьютера при изучении дисциплины "теория механизмов и машин"	406

## СЕКЦИЯ 1: ЭКСПЛУАТАЦИЯ ТРАНСПОРТНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ МАШИН И КОМПЛЕКСОВ

УДК 371.315.7:372.881.1

**Абрамов Д.Д.**

курсант ФГКВОУ ВПО «Военный учебно-научный центр Военно-воздушных сил «Военно-воздушная академия им. проф. Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина» г. Воронеж, РФ

Abramov D.D.  
cadet Federal Military Educational Institution of Higher Professional Education "Military Training and Scientific Center of the Air Force"  
Military Air Academy named after prof. NOT. Zhukovsky and Yu.A. Gagarin  
"Voronezh, RF

**Кислякова Т.В.**

старший преподаватель, кафедры «Общеобразовательных дисциплин» ФГКВОУ ВПО «Военный учебно-научный центр Военно-воздушных сил «Военно-воздушная академия им. проф. Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина» г. Воронеж, РФ (г. Воронеж)

Kislyakova T.V.  
Senior Lecturer, Department of "General Education Disciplines" FGKVOU VPO "Military Training and Scientific Center of the Air Force" Military Academy named after prof. NE Zhukovsky and Y. Gagarin "Voronezh, RF (Voronezh )

**Пальчикова Г.С.**

преподаватель, кафедры «Общеобразовательных дисциплин» ФГКВОУ ВПО «Военный учебно-научный центр Военно-воздушных сил «Военно-воздушная академия им. проф. Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина» г. Воронеж, РФ (г. Воронеж)

Palchikova G.S.  
Lecturer, Department of "General Education Disciplines" FGKVOU VPO "Military Training and Scientific Center of the Air Force" Military Academy named after prof. NE Zhukovsky and Y. Gagarin "Voronezh, RF (Voronezh)

### ОСОБЕННОСТИ СОЗДАНИЯ В SOLIDWORKS 3D МОДЕЛЕЙ МЕХАНИЗМОВ С ЦЕЛЬЮ ПОВЫШЕНИЯ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ КАЧЕСТВ

#### FEATURES OF CREATING SOLIDWORKS 3D MODELS OF MECHANISMS TO IMPROVE OPERATIONAL QUALITIES

Ключевые слова: 3D моделирование, мультимедийные технологии.

Аннотация: В статье раскрываются особенности применения 3D моделирования в SOLIDWORKS и мультимедиа технологии, которые обогащают процесс обучения, позволяют сделать обучение более гибким и эффективным.

Keywords: 3D modeling, multimedia technology.

Abstract: The article reveals the features of the use of 3D modeling in SOLIDWORKS and multimedia technologies that enrich the learning process, make learning more flexible and effective.

В современных условиях очень важно обеспечить качественную подготовку военных специалистов для соответствия в ВС РФ духу времени, а также стратегического сдерживания неприятеля, боевой готовности войск и защиты интересов отечества. Понимая это, целью учебно-воспитательного процесса должны быть не только, навыки и умение, которыми овладевают курсанты по своей специальности, но и способность применять их в дальнейшем (компетентность).

В настоящее время современное высшее образование трудно представить без применения новых мультимедийных технологий. Сегодня мультимедиа технологии являются одним из самых современных и перспективных направлений развития информационных технологий. Мультимедиа технологии обогащают процесс обучения, позволяют сделать обучение более гибким и эффективным [1].

Мультимедиа - это взаимодействие визуальных и аудиоэффектов под управлением интерактивного программного обеспечения с использованием современных технических и программных средств, они объединяют текст, звук, графику, фото, видео в одном цифровом представлении.

Гипермедиа - это компьютерные файлы, связанные посредством гипертекстовых ссылок для перемещения между мультимедийными объектами.

Можно рекомендовать следующие основные методологические особенности организации оптимального обучения курсанта:

1) занятия с применением мультимедийных презентаций проводятся в компьютерных классах с использованием мультимедиа проекторов, резидентных справочников, автоматизированных обучающих систем, видеозаписей работы различных программ и так далее;

2) на практических занятиях за каждым курсантом должен быть закреплён отдельный компьютер, на котором целесообразно создать его личную папку, названную шифром и его фамилией;

3) должен использоваться индивидуальный подход, включающий широкое использование индивидуализированных обучающих программ, банка многоуровневых заданий (на практические занятия и лабораторные работы);

4) целесообразно в качестве заданий выдавать реальные жизненные многовариантные и непоставленные задачи, особенно те, с которыми выпускники будут встречаться в профессиональной деятельности;

5) должен широко использоваться метод проектов, в рамках которого необходимо соблюдать принципы последовательности и преемственности; это значит, что одно глобальное задание должно последовательно выполняться во всех практических работах, дополняться и расширяться, воплощаясь в стройную завершённую систему;

6) должна быть предусмотрена возможность параллельного и концентрического изучения основных разделов программы; это позволяет обучающимся по мере усвоения курса получать все более глубокие знания по каждому из разделов, не теряя при этом целостности изложения всего материала;

7) необходимо опираться на следующие взаимосвязанные принципы: мотивации познания; разностороннего восприятия; "пронизывающего" системно-

информационного анализа;

8) следует шире использовать проблемный метод обучения, предусматривать разработку обучающимися реальных программ (документов, таблиц, баз данных), которые могут быть использованы в процессе обучения.

Для наглядности и заинтересованности курсантов в обучении, а также выполнения различных задач конструирования помогают дисциплины «компьютерная графика» и «системы автоматизированного проектирования». Совместно с преподавателями обеих кафедр выбираются изделия, используемые в транспортных средствах. Курсанты, используя знания по Компьютерной графике, создают 3D модели сборочных единиц, а затем проводят инженерный анализ с использованием информационных технологий САПР SolidWorks.

Для повышения качества объектов проектирования используют 3-х мерное моделирование. SolidWorks – серьезная программа с широким набором средств. Кроме того, для этого пакета разработан ряд приложений, расширяющий его в направлении инженерного анализа, автоматизации производства и управления технологическими процессами. К таким приложениям, например, относятся SolidWorks Mation – расчет кинематики и динамики механизмов, SolidWorks FloWorks - расчет течений газа или жидкости, SolidWorks ToolBox – библиотека стандартных деталей и т.п. Применяя SolidWorks в комплексе с этими и другими приложениями, мы получим контроль над всей производственной цепочкой, от общих набросков до изготовления реальных изделий.

Наиболее целесообразно применение интегрированных программных средств, позволяющие производить инженерные расчеты в полностью автоматизированном режиме, т.е. применение в конструировании средств компьютерного 3D твердотельного моделирования, а не эксперименты с прототипами которые весьма длительные по времени и дорогостоящие. Интегрированные программные средства решают задачи оценки анализа и оптимизации конструкции в статике, анализ позволяющий проверить конструкцию при выходе за допустимые пределы прочности материала.

Выполненные курсантами в рамках военно-научной работы 3D-модели, активно используются при проведении занятий по дисциплинам кафедры АТС. Моделирование реальных изделий автомобильной техники (рис. 1), проведение инженерного анализа, изменение в результате этого некоторых характеристик объектов, - все это повышает заинтересованность курсантов в работе, мотивирует их к изучению процесса проектирования с помощью информационных технологий. Можно прийти к выводу, что доля компьютерной графики в учебном процессе должна возрастать и необходимо все большее внимание уделять САПР. Трехмерное моделирование становится широко используемым инструментом в инженерной деятельности, а так же необходимые расчеты выполняются на компьютере.

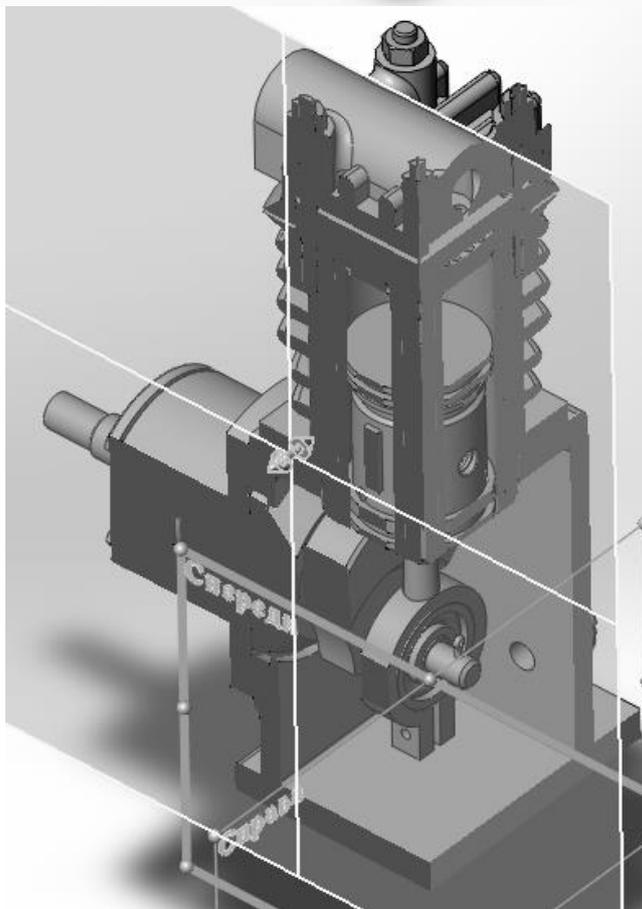
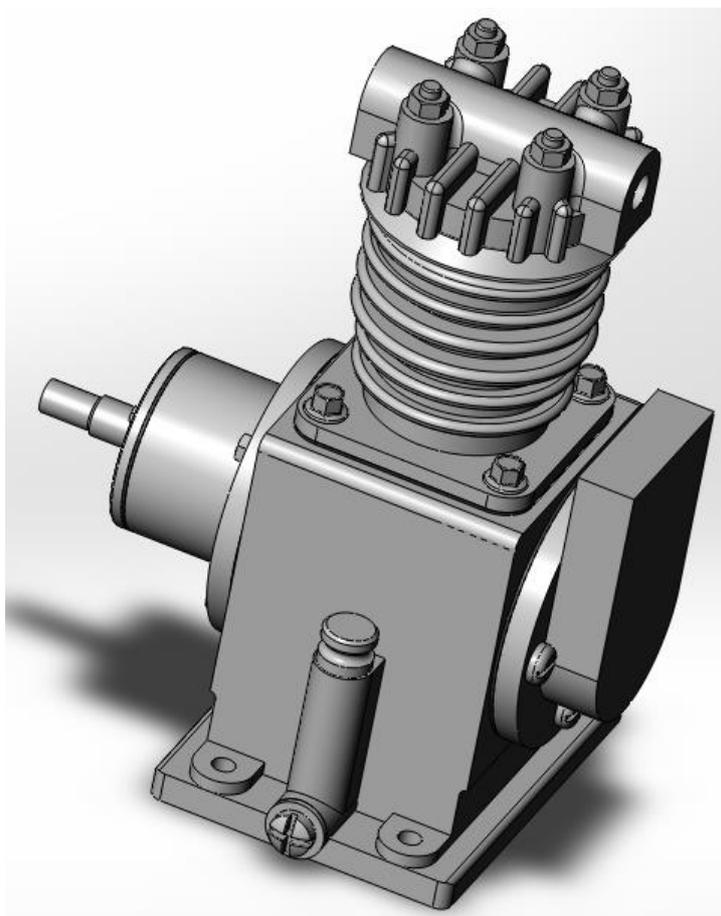


Рисунок 1 – Модель поршневого компрессора в сборке.

Программа Solid Works позволила нам воссоздать модель данного технического устройства и его составных частей. Модель позволяет получить качественные и количественные характеристики. Используя приложение программы SimulationXpress Study мы смогли приложить нагрузки на детали модели в виде сил и давлений (рис. 2).

В результате программа показала нам с учетом материала, из которого была изготовлена деталь, какие деформации она будет испытывать. Выполнение исследования позволило подтвердить адекватность выполненной модели. Кроме того есть возможность получить информацию о характере движения потоков воздуха и жидкостей, а также о характере тепловых процессов в результате работы устройства. Эта информация необходима современному инженеру чтобы в кратчайшие сроки подобрать необходимые геометрические и физические характеристики деталей, которые будут в состоянии выдержать предназначенные для них нагрузки, не теряя своей работоспособности.

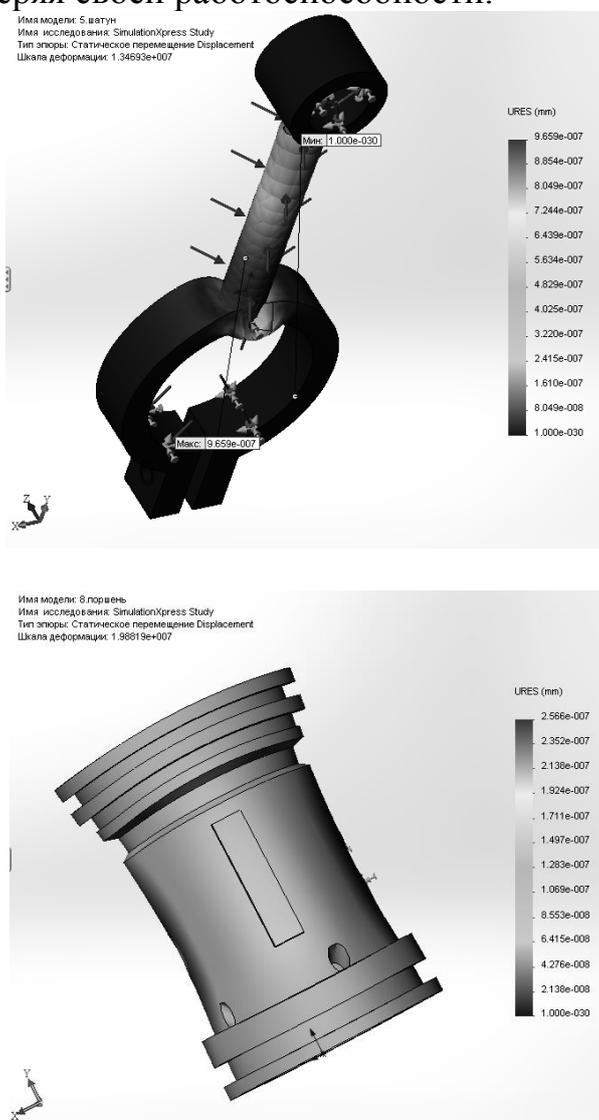


Рисунок 2 – Нагрузки на детали модели в виде сил и давлений.

Таким образом, в результате работы определена работоспособная

конструкция устройства смоделированная и протестированная средствами САПР до появления натурального образца, что экономит материальные затраты на отработку конструкции. С использованием 3D-элементов конструкции автоматически генерируются «плоские» чертежи для изготовления деталей (рис. 3).

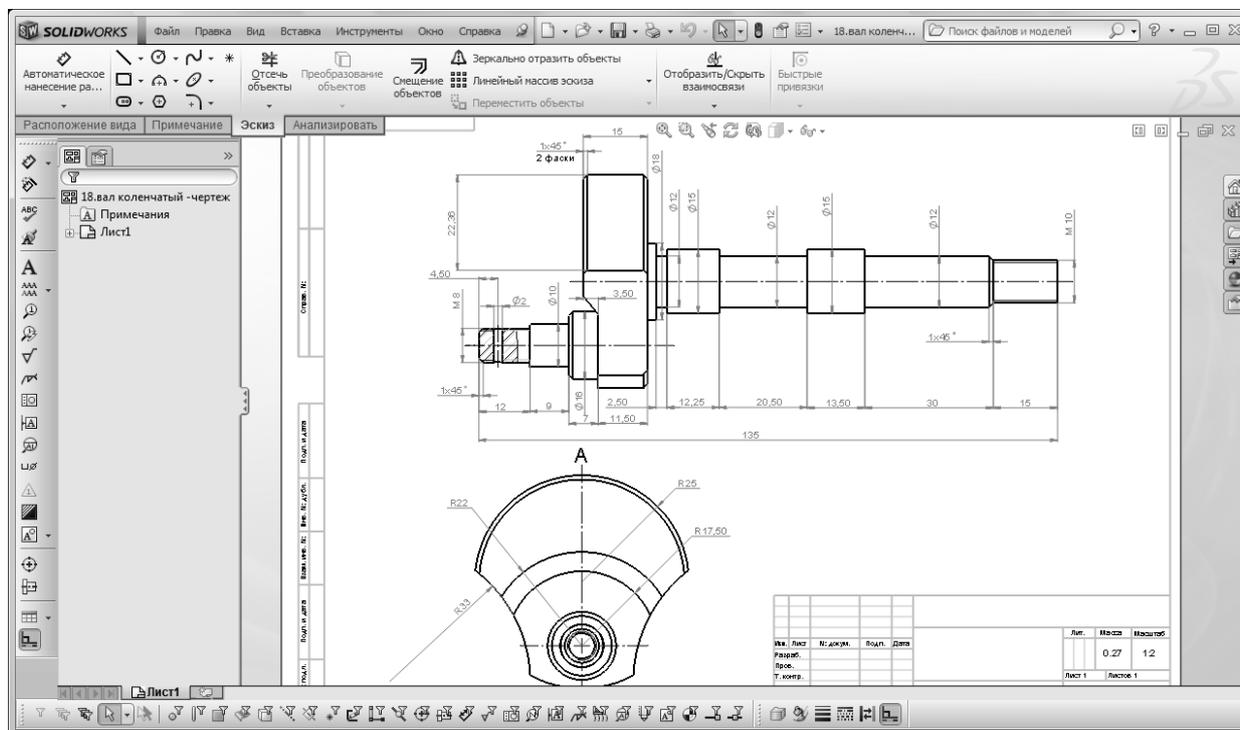


Рисунок 3 – Вал коленчатый.

В настоящей работе была поставлена задача проектирования, а в дальнейшем прогнозирования поведения, а также оптимизация реальной конструкции устройства раздаточной коробки. Полноценные раздаточные коробки на сегодняшний день являются уделом автомобилей повышенной проходимости, а также военной техники. Это и подтверждает актуальность данной работы. Что же представляет из себя данный агрегат?

Он служит для распределения крутящего момента от двигателя на несколько приводных механизмов, которые в большинстве случаев также увеличивают число передач в трансмиссии. Ее назначение в том, чтобы правильно распределить крутящий момент между осями машины, и его увеличения для преодоления труднопроходимых мест: Устанавливается «раздатка» после коробки передач. Также она обеспечивает устойчивое движение автомобиля с малой скоростью при работе двигателя в режиме максимального крутящего момента.

Однако при всех преимуществах есть и некоторые недостатки возникающие при использовании. Основные неисправности:

Течь масла – может быть как сквозь сальники, так и по стыкам корпуса. В случае с сальниками стоит не только заменить их, но и проверить целостность посадочных мест под них.

Гул и рокот – определяется в процессе эксплуатации и при прослушивании отдельных узлов. Проявляется в движении постоянным воем или частыми, легкими ударами. Чаще всего из-за неисправности подшипников.

Износ межосевого дифференциала – дифференциал представляет собой планетарную передачу, наибольшую нагрузку в которой испытывают сателлиты. Их поверхности подвергаются постоянному трению, а некачественная смазка, твердые инородные частицы вроде песка или металлических крошек убивают дифференциал за несколько 10-ов километров пробега (для защиты используют магнитный вкладыш).

Основное устройство:

Ведущий вал;

Приводные валы передних и задних осей;

Зубчатая передача;

Дифференциал межосевой;

Понижающий ряд или понижающая передача;

Механизм блокировки межосевого дифференциала.

Сейчас особое внимание уделяется получению максимальной точности 3D моделей. Поставленная задача решается в системе трехмерного твердотельного моделирования. Модель конструкции максимально приближена к физическому объекту. Программа SolidWorks позволяет нам воссоздать модель данного технического устройства и его составных частей (рис. 4 - 7).

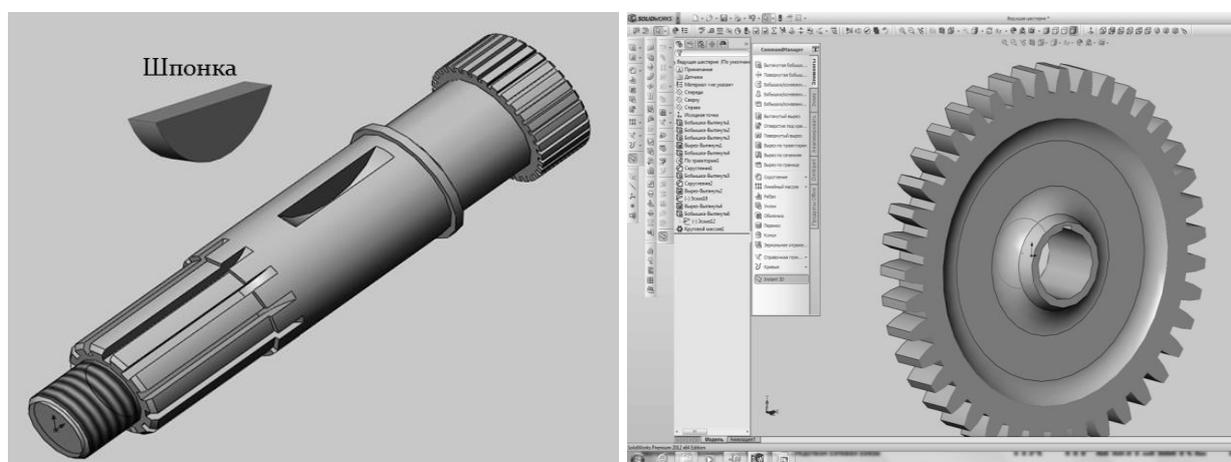


Рисунок 4- Первичный вал и ведущая шестерня

Моделирование разных изделий автомобильной техники, проведение инженерного анализа, изменение в результате этого некоторых характеристик объектов, все это повышает заинтересованность курсантов в работе, мотивирует их к изучению процесса проектирования.

С помощью информационных технологий можно прийти к выводу, что доля компьютерной графики в учебном процессе должна возрастать и необходимо все больше внимания уделять САПР. Трехмерное моделирование становится широко используемым инструментом в инженерной деятельности, а также выполняются необходимые расчеты.

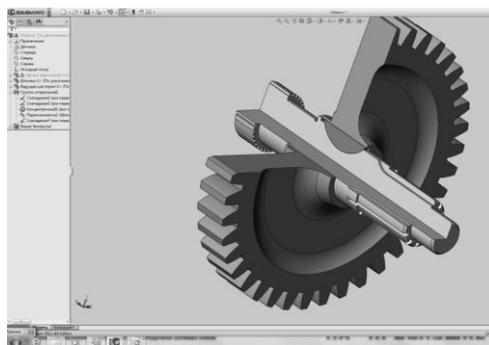


Рисунок 5 - Сопряжение ведущей шестерни со входным валом

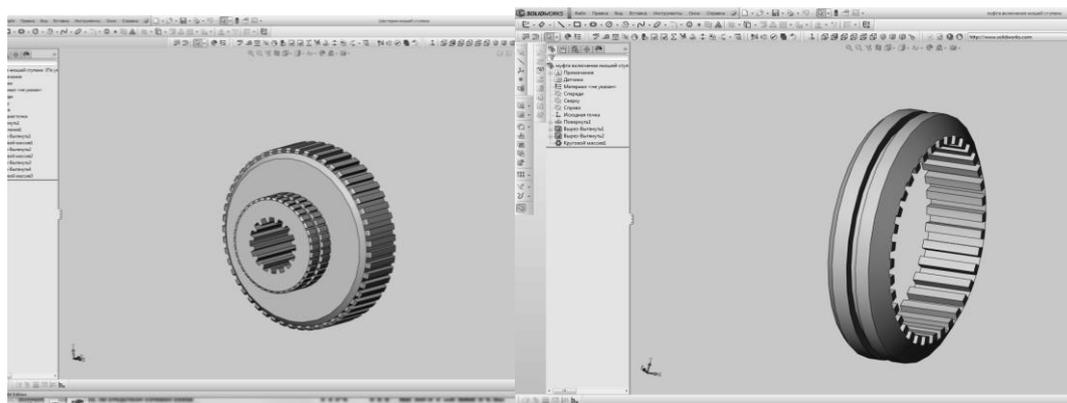


Рисунок 6 - Шестерня низшей ступени и муфта включения низшей ступени

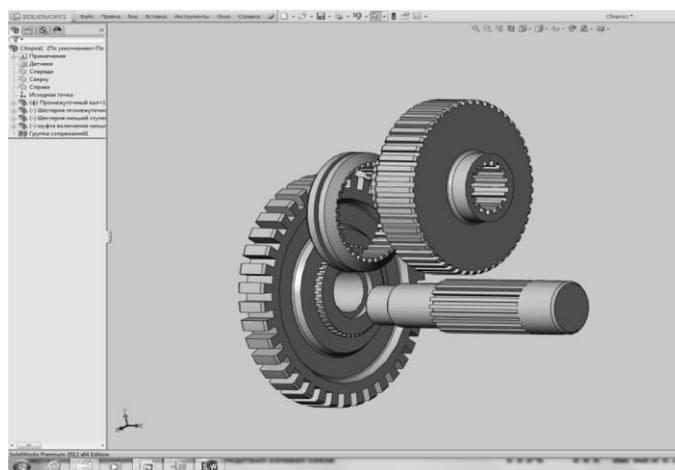


Рисунок 7 - Сопряжение промежуточного вала, шестерни низшей ступени, муфты включения низшей ступени, шестерни промежуточного вала

Актуальное сегодня направление информатизации учебного процесса это мультимедиа технологии. В совершенствовании программного и методического обеспечения, материальной базы, а также в обязательном повышении квалификации преподавательского состава видится перспектива успешного применения современных информационных технологий в образовании.

Мультимедиа и телекоммуникационные технологии открывают принципиально новые методологические подходы в системе обучения.

Проникновение современных информационных технологий в сферу образования позволяет педагогам качественно изменить содержание, методы и организационные формы обучения. Целью этих технологий в образовании является усиление интеллектуальных возможностей обучающихся в информационном обществе, а также индивидуализация, интенсификация процесса обучения и повышение качества обучения на всех ступенях образовательной системы.

Данный подход обеспечивает интеграцию обучающихся в современные технологии цифрового моделирования и прототипирования и, как следствие, повышает эффективность освоения графических дисциплин и дисциплин специальности. Электронное моделирование позволяет создать конструкцию реального изделия и протестировать средствами систем автоматизированного проектирования, и, как показывает практика, вызывает интерес у курсантов.

Проверка модели на адекватность – работа, позволяющая с помощью информационных технологий наглядно рассмотреть варианты поведения устройства в различных условиях и выбрать оптимальное решение.

Организация аудиторных занятий с применением мультимедиа-платформы дает возможность экономить время, интенсифицируя изложение учебного материала, за счет использования очень простых, доступных любому курсанту средств; дает преподавателю возможность оперативно сочетать разнообразные средства, способствующие более глубокому и осознанному усвоению изучаемого материала, экономить время занятия, насытить его информацией. Кроме того, превращает учебную наглядность из статической в динамическую, то есть позволяет моделировать процессы, которые развиваются во времени, интерактивно менять параметры этих процессов. Все вышперечисленное является очень важным дидактическим преимуществом.

Применение мультимедиа технологий позволяет построить процесс обучения, в котором грамотно будут сочетаться как традиционные формы обучения (лекция, семинар), так и инновационные формы, такие как электронная презентация, электронные учебники, обучающие системы и различные электронные средства контроля знаний учащихся.

Использование мультимедиа технологий в образовательном процессе имеет ряд достоинств, которые, несомненно, играют большую роль в повышении качества образования, а именно:

- способствуют развитию навыков поиска и систематизации информации, необходимой для эффективного представления публике;
- предоставляют широкие возможности для более глубокого освоения нового учебного материала;
- закрепляют и обеспечивают контроль качества знаний учащихся;
- используются в индивидуальной работе и существенно влияют на эффективность образовательного процесса;
- дополняют и расширяют преподносимый материал, а также поясняют, при объяснении теоретического материала;
- реализуют принцип наглядности с рациональным использованием времени

лекции.

Внедрение мультимедиа технологий, в образовательный процесс, способно резко повысить эффективность всего учебного процесса: как на этапе самостоятельной подготовки студентов, так и на лекционных и практических занятиях. Мультимедиа технологии открывают новые возможности, в образовательном процессе позволяя смоделировать трудоемкие, дорогие или опасные реальные эксперименты, проведение которых затруднительно или невозможно. [2]

Опыт использования мультимедийных технологий показывает, насколько резко повышается интерес обучающихся к работе и их активность, как развивается алгоритмический стиль мышления, формируется умение принимать оптимальные решения, действовать вариативно. Кроме того, преподаватель освобождается от массы рутинной работы, предоставляется возможность творческой деятельности на основании полученных результатов [3].

Широкое внедрение в образовании и грамотное применение мультимедиа технологий обеспечивает более эффективный процесс обучения в целом, а также позволяет улучшить освоение учебного материала и выйти на новый уровень контроля знаний. Использование компьютера в индивидуальной работе существенно влияет на эффективность образовательного процесса. Компьютер представляет собой многофункциональное техническое средство обучения. Он позволяет хранить в памяти языковой материал значительного объема, находить интересующую информацию и представлять на экране в удобном для пользователя виде. Компьютерные технологии обогащают индивидуальный процесс обучения, позволяют сделать его более эффективным, вовлекая в процесс восприятия учебной информации большинство чувственных компонентов обучаемого. Это одно из перспективных направлений информатизации учебного процесса с созданием целой мультимедийной платформы, когда предварительно разъясняется познавательная и практическая польза. Учебный материал усваивается лучше, если подчеркивается и визуализируется практическая направленность его изучения.

#### Список литературы

1. Макеев С.В. Роль информационных технологий в самостоятельной работе студентов / Макеев С.В., Ткач В.В. // Сборник статей Международной научно-практической конференции-. 2016. Курган 2016.-С. 116-118.

2. Макеев, С.В. Целесообразность применения компьютерных технологий в образовательном процессе / Макеев С.В. // Материалы LV отчетной научной конференции преподавателей и научных сотрудников ВГУИТ за 2016 год ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет инженерных технологий». – Воронеж: ВГУИТ, 2017. - С. 86.

3. Ткач. В.В. Роль информационных технологий в самостоятельной работе студентов / В.В. Ткач [и др.]. // Сборник статей «Международной научно-практической конференции Информационные технологии в науке нового времени». – Уфа: Аэтерна, 2016. - С. 116-118.

© Абрамов Д.Д., Кислякова Т.В., Пальчикова Г.С., 2019

УДК 536.2, 533.6

**Асосков А.С.**

кандидат технических наук, доцент  
кафедры «Транспортные машины»  
Пензенского государственного  
университета, г. Пенза, РФ.

**Тарнопольский А.В.**

кандидат технических наук, доцент  
кафедры «Транспортные машины»  
Пензенского государственного  
университета, г. Пенза, РФ.

Asoskov A.S.

Candidate of Technical Sciences,  
Associate Professor, Department of  
Transport Machines, Penza State  
University, Penza, Russia.

Tarnopolsky A.V.

Candidate of Technical Sciences,  
Associate Professor, Department of  
Transport Machines, Penza State  
University, Penza, Russia.

## **ОХЛАЖДЕНИЕ, ОСУШЕНИЕ, УВЛАЖНЕНИЕ И ИОНИЗАЦИЯ ВОЗДУХА В ВИХРЕВЫХ УСТРОЙСТВАХ**

### **COOLING, DRAINING, MOISTENING AND IONIZATION OF AIR IN VORTEX DEVICES**

Ключевые слова: воздух, осушение, увлажнение, ионизация, вихревая труба

Аннотация: Рассмотрены вопросы необходимости охлаждения, осушения, увлажнения и ионизации воздуха. Приведены результаты экспериментальных исследований условий и режимов работы вихревых труб, обеспечивающих требуемый состав воздуха. Рассмотрены принципы осушения, увлажнения и ионизации воздуха и возможность их реализации в вихревой трубе.

Keywords: air, dehumidification, moistening, ionization, vortex tube

Abstract: The issues of the need for cooling, dehumidification, humidification and air ionization are considered. The results of experimental studies of the conditions and modes of operation of vortex tubes providing the required air composition are given. The principles of dehumidification, humidification and ionization of air and the possibility of their implementation in a vortex tube.

В летний период температура воздуха в кабинах транспортных средств (автомобили, железнодорожные локомотивы, сельскохозяйственные машины), в спецмашинах связи и т.п., а также во многих помещениях превышает установленные санитарные нормы. Отсутствие комфортных условий в рабочей зоне приводит к повышенной утомляемости, ухудшению внимания, снижению производительности труда и увеличивает вероятность ошибочных действий, поэтому кондиционирование воздуха в кабинах транспортных средств и на рабочих местах не только желательно, но и необходимо.

Снижение температуры воздуха в локальных объёмах салонов и кабин транспортных средств обеспечивают вихревые трубы [1]. Вихревой эффект заключается в том, что при подаче сжатого воздуха через сопло завихрителя, тангенциально расположенное относительно цилиндрической вихревой камеры, внутри камеры образуются два вихревых потока – периферийный и осевой. Форма подводящих каналов в завихрителе может быть прямоугольной, круглой, овальной и т. д. Число подводящих каналов изменяется от одного до четырех, с их

увеличением степень угловой неравномерности скорости после завихрителя уменьшается. Основными геометрическими параметрами тангенциальных завихрителей являются ширина  $b$  и высота  $a$  подводящего канала. В результате энергетического разделения периферийный поток нагревается, а осевой - охлаждается до  $30^{\circ}\text{C}$  относительно температуры подаваемого воздуха.

В качестве основной энергетической характеристики вихревой трубы используются разность температур входящего и холодного потоков газа  $\Delta T_c$  и относительный массовый расход холодного газа  $\mu$

$$\Delta T_c = T_0 - T_c \quad (1.1)$$

$$\mu = Q_c / Q_0, \quad (1.2)$$

где  $T_0, T_c$  - соответственно температура входящего и холодного потоков газа;

$Q_0, Q_c$  - соответственно массовый расход входящего и холодного газа.

Другой важной характеристикой вихревой трубы является удельная холодопроизводительность, которая характеризует мощность трубы как холодильника

$$q_c = \mu \cdot \Delta T_c \cdot c_p, \quad (1.3)$$

где  $\mu$  - относительный массовый расход холодного газа;

$\Delta T_c$  - разность температур входящего и холодного потоков газа;

$c_p$  - теплоемкость газа при постоянном давлении.

В основу регулирования холодопроизводительности заложено изменение удельного расхода холодного потока  $\mu$  путем изменения диаметров диафрагм для выхода охлажденного и нагретого потоков воздуха.

При работе вихревой трубы в качестве холодильника на влажном сжатом газе (воздухе) необходимо вводить поправку на влажность, т.к. она оказывает заметное влияние на получаемый эффект охлаждения. Так как температура холодного потока снижается ниже температуры точки росы влажного газа, то ощутимость поправки в случаях конденсации и замерзания влаги объясняется высокими значениями теплоты фазовых превращений воды, что даже при небольшом влагосодержании приводит к заметным температурным эффектам.

В процессе конденсации и замерзания влаги, содержащейся в 1 кг влажного газа, выделяется тепло:

$$q = (d_0 - d_x) \cdot (i_0 - i_x), \quad (1.4)$$

где  $i_0, i_x$  - удельные энтальпии воды при температуре  $T_0$  и  $T_x$  соответственно;

$d_0, d_x$  - влагосодержание сжатого воздуха и холодного потока, соответственно.

После прохождения через температуру точки росы холодный поток всегда будет иметь влагосодержание  $d_x$ , соответствующее насыщенному влажному газу ( $\varphi_x = 1$ ).

Кроме температуры воздуха практически всегда должна регулироваться его

влажность. Для человека оптимальная относительная влажность воздуха находится в пределах 40-60%. Увлажнение воздуха необходимо как для обеспечения условий жизнедеятельности человека, так и во многих отраслях промышленности и сельского хозяйства. Поддержание требуемой влажности воздуха так же необходимо для ряда отраслей промышленности, особенно при технологических процессах с наличием гигроскопических материалов, при работах с взрывоопасными материалами в целях защиты от статического электричества. При пониженной влажности воздуха нарушается правильный процесс сушки древесины, снижается ее качество, меняются размеры деталей. Таким образом, разработка и введение в оборот увлажнителя воздуха с целью создания оптимальных параметров влажности в производственных помещениях, защиты от статического электричества, для осаждения пыли и др. является актуальной задачей.

Условия, которые будут созданы с помощью мелкодисперсного распыления воды (увлажнение, охлаждение, пылеподавление, борьба со статикой, создание туманных эффектов) позволят уменьшить брак, увеличить урожайность в теплицах, создать заданные условия по влажности на производстве, охладить необходимый участок изделия.

Разработанные вихревые устройства для диспергирования и распыления жидкости могут найти применение как элементы систем кондиционирования и устройств для поддержания необходимой влажности воздуха в производственных. Широкие возможности открываются для их применения в медицине для увлажнения воздуха и аэрогенной иммунизации людей и животных при противоэпидемической иммунизации, для противомикробной обработки помещений и нанесения тонкослойных покрытий на лекарственные препараты, а также для сушки лекарственных материалов при распылении.

Для охлаждения открытых площадок (кафе, беседок) в летнее время целесообразно использование системы мелкодисперсного распыления воды, как наиболее эффективный способ, с помощью которого можно добиться понижения температуры воздуха на 5-10°C.

Диспергирование воды закрученными потоками воздуха на частицы, размером 5-10 микрометров, с последующим распылением и испарением при высокой температуре окружающего воздуха, обеспечивает понижение его температуры. На сегодняшний день, это самый простой способ понизить температуру воздуха на открытом воздухе и в больших производственных помещениях.

В производственной и лабораторной практике часто появляется необходимость в осушении воздуха. Конструктивная простота вихревой трубы позволяет с успехом использовать ее для осушки газов. При этом в зависимости от условий и требуемой глубины осушки можно использовать несколько схем вихревых осушителей.

С целью сокращения энергетических затрат на осушение сжатых газов (например, сжатого воздуха заводских пневматических сетей) необходимо, чтобы холод расходовался лишь на конденсацию и вымораживание влаги. С этой точки

зрения представляет интерес схема осушения сжатого воздуха с применением вихревой трубы.

Влажный сжатый воздух в вихревой трубе охлаждается и освобождается от сконденсировавшейся влаги. Осушка до температуры точки росы выше  $0^{\circ}\text{C}$  исключает появление снеговой шубы, обеспечивая продолжительную непрерывную работу осушителя. Для эпизодического получения осушенного сжатого воздуха (например, при обдуве деталей перед сборкой, а также для работы пневматического краскопульта) можно использовать вихревую трубу, выдающую в качестве осушенного газа или холодный поток после механической очистки последнего от выпавшего в нем конденсата. Есть возможность подогрева охлажденного осушенного потока горячим потоком до первоначальной температуры в теплообменнике, или использовать смесь очищенного от конденсата холодного потока с горячим потоком вихревой трубы.

В настоящее время большое внимание уделяется ионизации воздуха, чаще всего в медицинских целях. В жару во влажных районах люди ощущают себя плохо из-за того, что в воздухе становится мало отрицательных ионов. Отрицательные ионы, притягивающиеся к частицам влаги и пыли, становятся нейтральными, теряя свой заряд. Из-за загрязнения воздуха отрицательных ионов становится еще меньше. В городском воздухе опасно мало отрицательных ионов. Более половины городского населения страдает, не осознавая, почему они чувствуют себя не лучшим образом.

Ионизаторы воздуха постепенно становятся необходимыми как в салонах транспортных средств, так и в помещениях. Отсутствие отрицательных ионов губительно для здоровья человека, не стоит об этом забывать и чаще проветривать помещение, использовать ионизаторы воздуха. Очень полезна ионизация воздуха в кабинах транспортных средств. Сохранить здоровье, не нарушая привычного ритма жизни современного человека – задача, которую эффективно решают ионизаторы воздуха на базе вихревой трубы.

Влияние влажности воздуха, при его обработке в вихревой трубе, на концентрацию ионов исследовалось при давлении подаваемого воздуха  $0,45\text{ МПа}$ . Результаты, полученные при увлажнении воздуха на входе в устройство, по количеству аэроионов аналогичны результатам, полученным при отсутствии увлажнения. Основное отличие заключается в существенном превышении отрицательных ионов над положительными при увеличении влажности воздуха на входе в вихревую трубу (рисунок 1).

Наблюдалось повышение концентрации ионов в холодном потоке воздуха с ростом относительной влажности воздуха на входе в ионизирующее устройство. Увеличение количества влаги в воздухе перед входом в устройство способствует интенсификации баллоэлектрического эффекта в вихревых потоках.



Рисунок 1 – Зависимость концентрации ионов от относительной влажности воздуха на входе вихревого устройства

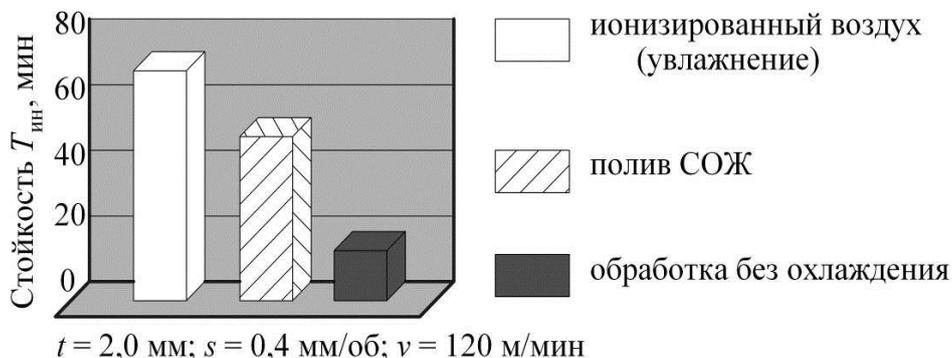


Рисунок 2 - Диаграмма стойкости лезвийного инструмента (режим точения черновой)

Анализ энергетических характеристик вихревого ионизирующего устройства с диаметром вихревой камеры 10 мм и давлении подводимого сжатого воздуха 0,6 МПа показал, что в устройстве рассеивается полезная мощность порядка 0,03 кДж/с, которая может затрачиваться на ионизацию воздуха до концентраций  $10^5$  ионов в  $1 \text{ см}^3$ . Исследованиями установлено, что на концентрацию ионов наибольшее влияние оказывают давление и влажность подаваемого на вход в вихревое ионизирующее устройство воздуха. Для получения максимальной концентрации ионов с помощью вихревого ионизирующего устройства необходимо обеспечивать: давление воздуха в пределах от 0,45 до 0,6 МПа и относительную влажность входящего в устройство воздуха, близкую к 100 %.

Кроме воздействия на человека разрабатываются и новые направления использования ионизированного воздуха в производственной деятельности с целью совершенствования существующих технологических процессов. Полученные авторами результаты показывают возможность ограничить использование при лезвийной обработке смазочно-охлаждающих жидкостей

посредством замены их на ионизированный охлажденный воздух. Данная замена обеспечивает требуемую шероховатость и микротвёрдость обработанной поверхности при снижении себестоимости обработки за счет повышения стойкости режущего инструмента [2]. С экологической точки зрения ионизированный воздух более предпочтителен, чем смазочно-охлаждающие жидкости, так как его использование не загрязняет детали и рабочее место оператора станка.

Основой устройств, обеспечивающих термовлажностную обработку воздуха, и его ионизацию является цилиндрическая вихревая камера с тангенциальным вводом потока воздуха и двумя отверстиями на торцах камеры. Диспергатор-распылитель имеет ещё одно отверстие для выхода распыляемой жидкости на цилиндрической стенке вихревой камеры. При подаче сжатого воздуха через тангенциальный ввод в корпусе распылителя возникают закрученные потоки, при этом в осевой области создается зона разрежения, в которую из емкости через трубопровод инжектируется жидкость. Закрученные потоки диспергируют поступающую жидкость и распыляют ее через сопло в виде мелкодисперсного потока. Часть воздуха, отражаясь от дна вихревой камеры, увлажняется и выходит через отверстие на торце. Вследствие действия вихревого эффекта и частичного испарения жидкости температура выходящего воздуха снижается. Основными преимуществами двухфазного диспергатора-распылителя являются:

- простота конструкции и высокая надежность;
- широкий диапазон регулировки расхода воды, путем подбора соотношения подачи воды и воздуха и управления распыляемой жидкости;
- возможность смешивания помимо двух фаз (воды и воздуха), трех, четырех и даже пяти жидкостей;
- возможность распыления порошков.

Недостаток только один - необходимость обеспечить подачу сжатого воздуха. Распылитель работает при подаче сжатого воздуха давлением 0,02...0,20 МПа (расход 50...350 л/мин). Расход распыляемой жидкости составляет 70...200 г/мин. Размер капель находится в пределах от 5 до 20 мкм, что обеспечивает эффективный тепло- и массообмен с окружающей средой за счет интенсивного испарения влаги. Разработанная конструкция диспергатора-распылителя весьма проста и может применяться для распыления различных по вязкости жидкостей, а также порошков.

#### Список литературы

1. ГОСТ 22616-77. Трубы вихревые. Термины и определения
2. Kurnosov N.E., Lebedinskiy K.V., Tarnopolskiy A.V., Asoskov A.S., Perelygin Y.P. Turning of structural steel while supplying cooled ionized air to the cutting zone. Australian Journal of Mechanical Engineering (Совершенствование технологии лезвийной обработки посредством подачи в зону резания охлажденного ионизированного воздуха).01.11.2017.

© Асосков А.С., Тарнопольский А.В., 2019

УДК 656.13.072

**Белокуров В.П.**

профессор, доктор технических наук  
кафедры «Организации перевозок и  
безопасности движения» ФГБОУ ВО  
«Воронежский государственный  
лесотехнический университет имени  
Г.Ф. Морозова» г. Воронеж, РФ

**Харитонов А.О.**

магистр ФГБОУ ВО «Воронежский  
государственный лесотехнический  
университет имени Г.Ф. Морозова»  
г. Воронеж, РФ

**Клейменова И.С.**

магистр ФГБОУ ВО «Воронежский  
государственный лесотехнический  
университет имени Г.Ф. Морозова»  
г. Воронеж, РФ

**Романенко Т.В.**

магистр ФГБОУ ВО «Воронежский  
государственный лесотехнический  
университет имени Г.Ф. Морозова»  
г. Воронеж, РФ

**Амангельдыев Э.**

магистр ФГБОУ ВО «Воронежский  
государственный лесотехнический  
университет имени Г.Ф. Морозова»  
г. Воронеж, РФ

Belokurov V.P.

professor, doctor of technical Sciences,  
Department of "Organization of  
transportation and traffic safety",  
VORONEZH state forest engineering  
University named after G. F. Morozov»  
(Voronezh), Russian Federation

Kharitonov A. O.

master of FSBEI HE "Voronezh state  
forest engineering University named after  
G. F. Morozov»  
(Voronezh), Russian Federation

Kleymenova I. S.

master of FSBEI HE "Voronezh state  
forest engineering University named after  
G. F. Morozov»  
(Voronezh), Russian Federation

Romanenko T. V.

master of FSBEI HE "Voronezh state  
forest engineering University named after  
G. F. Morozov»  
(Voronezh), Russian Federation

Amangeldyev E.

master of FSBEI HE "Voronezh state  
forest engineering University named after  
G. F. Morozov»  
(Voronezh), Russian Federation

## **ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ РАЦИОНАЛЬНОЙ СХЕМЫ МАРШРУТОВ ГОРОДСКОГО ПАССАЖИРСКОГО ТРАНСПОРТА**

### **THE EFFECTIVENESS OF THE ORGANIZATION RATIONAL SCHEME OF ROUTES OF CITY PASSENGER TRANSPORT**

Ключевые слова: подвижной состав, маршрут движения, пассажирский транспорт,  
маршрутная сеть, корреспонденции.

Аннотация: рассмотрен вопрос, повышения эффективности организации рациональной  
схемы маршрутов движения городского пассажирского транспорта, с учетом структуры и  
провозной способности входящих в нее маршрутов.

Keywords: rolling stock, route, passenger transport, route network, correspondence.

Summary: the question of increasing the efficiency of the organization of a rational scheme of  
routes of urban passenger transport, taking into account the structure and carrying capacity of its  
constituent routes.

Эффективность функционирования маршрутной системы городского пассажирского транспорта (ГПТ) во многом зависит от структуры маршрутной схемы (МС), т.е. от провозных возможностей и трасс входящих в нее маршрутов. Наиболее оптимальным способом формирования и совершенствования маршрутных схем для крупных городов являются эвристические алгоритмы, реализуемые на ЭВМ [1-3].

Методика формирования оптимальной схемы маршрутов, на которой основан алгоритм, позволяет учесть особенности функционирования ГПТ рассматриваемой категории городов и получить решение, повышающее качество обслуживания пассажиров и эффективность работы транспорта.

Предполагается, что задача формирования рациональной МС ГПТ заключается в достижении минимального значения целевой функции:

$$W_r \rightarrow \min \quad (1)$$

где  $W_r$  - фактическая транспортная работа.

Основной задачей пассажирского транспорта является наиболее полное и качественное удовлетворение потребностей населения в передвижениях. Качество обслуживания пассажиров определяется набором показателей, в которой входят время передвижения  $t_n$ , коэффициент использования пассажироместимости  $Y_o$  и коэффициент пересадочности  $K_n$ . Рассмотрим, какое влияние окажет на них выполнение целевой функции. При известной матрице корреспонденций транспортная работа будет тогда минимальна, когда все передвижения осуществляются по кратчайшим расстояниям между пунктами отправления и прибытия, т.е. при  $W_r \rightarrow \min$  средняя дальность поездки  $L_c \rightarrow \min$ . Так как решение задачи маршрутизации не оказывает влияния на сложившиеся в городе скорости сообщения между транспортными районами, то можно принять скорость сообщения  $V_c = \text{const}$ . Так как среднее время следования пассажира определяется отношением  $t_c = \frac{L_c}{V_c}$ , то минимизации  $L_c$  ведет к минимизации  $t_c$ . Время ожидания транспорта в основном определяется интервалами движения транспорта на маршрутах и количеством пересадок, характеризуемым коэффициентом пересадочности [4,5]. В решаемую задачу коэффициент пересадочности входит в качестве ограничения, т.е.

$$K_{n2} \leq K_{n1}, \quad (2)$$

где  $K_{n2}$  - коэффициент пересадочности проектируемой МС;  $K_{n1}$  - коэффициент пересадочности существующей МС.

Выполнения этого ограничения обеспечивается методикой отбора маршрутов в рациональную их совокупность. При неизменном количестве подвижного состава (ПС) и общем сокращении длины маршрутной сети время ожидания пассажирами ПС не может иметь значительных сравнимых с сокращением времени следования изменений. Так как время подхода к остановкам не меняется при решении задачи маршрутизации на уже существующей транспортной сети, то минимизация времени следования ведет к сокращению времени передвижения.

Показатель использования пассажироместности автобуса  $\gamma_a$  определяется как отношение выполненной транспортной работы к предоставленной за этот же период потенциальной транспортной работе  $G$

$$\gamma_a = \frac{W}{G}, \quad (3)$$

Так как величина потенциальной транспортной работы в утренние часы пик определяется максимальными возможностями транспортных предприятий и должна оставаться неизменной, то минимизация  $w$  ведет к минимизации  $\gamma_a$ , т.е. к повышению качества обслуживания пассажиров, уменьшению транспортной утомляемости с вытекающими из этого благоприятными последствиями.

Для достижения поставленной цели маршруты ГПТ должны проходить по кратчайшим расстояниям, соединяющим конечные остановочные пункты маршрутов, что при соответствующем назначении подвижного состава на маршруты обеспечит максимальное равенство условий передвижения по маршрутам, и любое отклонение пути следования пассажира от кратчайшего приведет к ухудшению условий проезда на этом пути. Таким образом, создается саморегулируемая система, обеспечивающая соответствие предполагаемого выбираемому пассажиром пути следования.

Для реализации поставленной задачи разработан эвристический алгоритм, который в укрупнённом виде можно представить в виде следующих этапов.

Первый этап. Формирования множества возможных маршрутов, отвечающих следующим требованиям: конечные остановочные пункты маршрутов принадлежат множеству разрешенных для организации конечных пунктов соответствующего вида транспорта номеров транспортных районов; длина маршрута находится в технологически допустимых пределах; множество номеров района, через который проходит маршрут, находится на пути, длина которого отвечает условию

$$L_M \leq L_{min}(1+\varepsilon), \quad (4)$$

где  $L_M$  - длина рассматриваемого пути между конечными остановочными пунктами;  $L_{min}$  - длина кратчайшего пути между конечными остановочными пунктами;  $\varepsilon$  - относительная погрешность определения расстояния при составлении топологической схемы города.

При этом множество звеньев, соединяющих смежные районы на пути прохождения маршрутов, должны принадлежать множеству звеньев, по которым разрешено движение рассматриваемого вида транспорта.

Второй этап. Формирование матрицы корреспонденции с пересадками. Матрица формируется на основе множества возможных маршрутов. Просматриваются возможные пути следования между каждой парой транспортных районов. При отсутствии прямого маршрута, соединяющего какую-либо пару районов, отыскивается путь, имеющий минимальное количество пересадок. Отыскиваются звенья, не обеспеченные маршрутом из числа возможных. Полученная информация анализируется экспертом, и выдаются рекомендации конечных остановочных пунктов того или иного вида транспорта.

Если организация таких пунктов возможна, то меняются исходные данные (вводятся дополнительные номера зон, разрешенных для организации конечных пунктов маршрутов; расчет повторяется начиная с этапа 1). Если такой возможности нет, то в число возможных вводятся действующие маршруты или экспертно-назначенные, и расчет повторяется начиная с этапа 2 [6-8].

Третий этап. Распределение подвижного состава на маршрутах. Первоначально задается распределение подвижных единиц пропорционально объему обслуживаемых им корреспонденций. Определяется выполняемая на маршруте транспортная работа в максимально загруженном направлении. Далее определяется удельная транспортная работа как отношение выполняемой в максимально загруженном направлении транспортной работы к количеству пассажиромест на маршруте [10-12]. Перераспределяются подвижные единицы с наиболее загруженных маршрутов на малозагруженные, и расчет повторяется снова.

Маршруты, вышедшие за рамки установленных ограничений интенсивности движения  $I (I_m > I_{max})$ , прекращают свое существование, и расчет продолжается до тех пор, пока все оставшиеся маршруты не будут в равной степени (в рамках транспортной системы города и каждого вида транспорта) обеспечены подвижным составом.

Полученные в результате расчета маршруты отвечают предъявленным к ним требованиям, а маршрутная сеть в целом обеспечивает оптимальное значение целевой функции. Следующим этапом совершенствования МС является выработка рекомендаций по изменению существующей схемы. Рекомендации разрабатываются совместно с работниками служб эксплуатации транспортных предприятий, осуществляющих перевозку пассажиров города. Из сравнения и учета пожеланий и замечаний практических работников определяются мероприятия, направленные на организацию рациональной схемы маршрутов.

#### Список литературы

1. Белокуров С.В., Белокуров В.П. Оптимизация многоцелевых транспортных задач при использовании алгоритма анализа и отсева на итерациях поиска решений / С.В. Белокуров, В.П. Белокуров // Транспорт: наука, техника, управление. Научный информационный сборник, ВИНТИ РАН, №6. - 2009. С. 2-4.
2. Белокуров В.П. Принятие решений для эффективного управления транспортными системами на основе ситуаций выбора / В.П. Белокуров, С.В. Белокуров, С.В. Скрыль // Транспорт: наука, техника, управление. Научный информационный сборник ВИНТИ РАН, №2. - 2010.С. 6-12.
3. Белокуров В.П. Модели управления автотранспортными потоками (на примере деятельности подразделений ГИБДД МВД России) / С.В. . Белокуров, С.В. Скрыль - Воронеж: Изд-во ВИ МВД России 2011. - 265.
4. Белокуров В.П. Моделирование рациональной маршрутной транспортной сети крупных городов. Transpiration Research Procedia 20 (2017), 47-52.

© Белокуров В.П., Харитонов А.О., Клейменова И.С., Романенко Т.В., Амангельдыев Э., 2019

УДК 7822

**Богатырева Ж.И.**

канд. техн. наук, преподаватель  
Военного учебно-научного центра ВВС  
«Военно-воздушная академия  
имени профессора Н.Е.  
Жуковского и Ю.А. Гагарина»  
(г. Воронеж), РФ

Bogatyreva Z. I.  
Ph.D., Military educational-scientific center  
of air force «The air force Academy named  
after Professor N.E. Zhukovsky and Gagarin»  
(Voronezh), Russian Federation

**Серебрянский А.И.**

канд. техн. наук, доцент  
Военного учебно-научного центра ВВС  
«Военно-воздушная академия  
имени профессора Н.Е. Жуковского и  
Ю.А. Гагарина» (г. Воронеж), РФ

Serebrianskii A. I.  
Ph.D., Military educational-scientific center  
of air force «The air force Academy named  
after Professor N.E. Zhukovsky and Gagarin»  
(Voronezh), Russian Federation

**Верхогляд И.Ю.**

курсант ФГКВБОУ ВПО «Военный  
учебно-научный центр Военно-  
воздушных сил «Военно-воздушная  
академия им. проф. Н.Е. Жуковского и  
Ю.А. Гагарина» г. Воронеж, РФ

Verhogliad I.Y.  
cadet Military educational-scientific center of  
air force «The air force Academy named after  
Professor N.E. Zhukovsky and Gagarin»  
(Voronezh), Russian Federation

## **МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ ИЗНОСОСТОЙКОСТИ МАНЖЕТНЫХ УПЛОТНЕНИЙ ВАЛОВ АВТОМОБИЛЬНОГО ТРАНСПОРТА**

### **THE METHOD OF DETERMINING THE WEAR RESISTANCE OF LIP SEALS SHAFT**

Ключевые слова: износостойкость, манжетные уплотнения валов.

Аннотация: в статье рассматриваются методы расчета износостойкости манжетных уплотнений валов при влиянии различных факторов.

Keywords: wear, shaft lip seals.

Abstract: the article discusses the method of calculation of durability of lip seals shaft under the influence of various factors.

В настоящее время транспортные технологии шагнули далеко вперед. Однако до сих пор актуальным остается вопрос улучшения эксплуатационных показателей и, как следствие, надежности, данных механизмов. И в этом вопросе не последнюю роль играет трение и износ.

Одной из главных причин выхода из строя техники до сих пор остается износ трущихся сопряжений. Следовательно, для повышения долговечности и увеличения ресурса машин, следует повысить их износостойкость. Для этих целей нами используются расчеты на износ, которые должны учитывать все необходимые характеристики. Определение износа является весьма специфической задачей, требующей тщательного изучения.

В общем случае износ пропорционален пути скольжения и удельной силе трения в степени  $t$  ( $t$  – показатель кривой усталости изменяется от 2 до 7 и более), т. е. нет прямой пропорциональности между износом и работой сил трения. Интенсивность изнашивания зависит от давления в степени, большей единицы. Причем, показатель степени различен для упругого и пластического контактов, для высших и низших кинематических пар, для приработанных и неприработанных поверхностей, изменяясь в пределах от 1 до 2 и несколько более, т.е.

$$I_h = c p^x$$

Коэффициент  $c$  определяется физическими, геометрическими характеристиками пары и видом контакта.

В работах А. С. Проникова разработаны методы расчета на износ подвижных сопряжений, учитывающие перераспределение давления на контакте в результате износа [6]. Оценке износа в условиях качения с проскальзыванием посвящены работы Е. Ф. Непомнящего [1].

В работах Воробьева Е. И. [6] получены зависимости для расчета износа элементов высших пар для плоских кулачковых механизмов. В работах Дроздова Ю. Н. [6] даны зависимости для расчета на износ зубчатого зацепления.

Работоспособность манжетных резиновых уплотнений определяется герметизирующей способностью при заданных условиях эксплуатации. Основным параметром, ответственным за герметичность, является радиальное усилие прижатия уплотнения к валу, которое, в свою очередь, зависит от фрикционных и прочностных свойств применяемого уплотнительного материала, конструкции уплотнения, температурного режима трения и условий эксплуатации. При трении контактных поверхностей, которое сопровождается выделением тепла, происходит интенсивное изнашивание материалов уплотнения, приводящее к уменьшению радиального усилия и разгерметизации уплотнения:

$$p_0 = \Delta p_{и} + \Delta p_{ст.}$$

где  $p_0$  – первоначальное контактное давление;  $\Delta p_{и}$  и  $\Delta p_{ст.}$  – уменьшение давления вследствие износа и старения материала уплотняющего элемента.

Как показано в работе [2], основными факторами, влияющими на работоспособность уплотнений являются: температурный диапазон работы уплотнений; давление уплотняемой среды; скорость скольжения; качество поверхности вала; физико-механические свойства материала уплотнения; природа уплотняемой среды и др.

Кроме того, на работоспособность уплотнения значительное влияние оказывают конструктивные факторы (динамическое биение вала, эксцентриситет наружного диаметра уплотнения относительно внутреннего диаметра, конструкция уплотняющего элемента).

В. К. Коморницким-Кузнецовым предложено уравнение, позволяющее рассчитать величину радиального усилия манжет в динамическом режиме с учетом условий эксплуатации [6]:

$$P_n = P + k' E_d \beta_d \sin \varphi$$

где  $P$  – радиальное усилие в статике;  $k'$  – коэффициент пропорциональности;

$\beta_d$  – эксцентриситет (биение вала);  $E_d$  – динамический модуль упругости материала манжеты;  $\varphi$  – угол поворота вала. Значения радиального усилия в зависимости от биения вала представлены на рисунке 1.

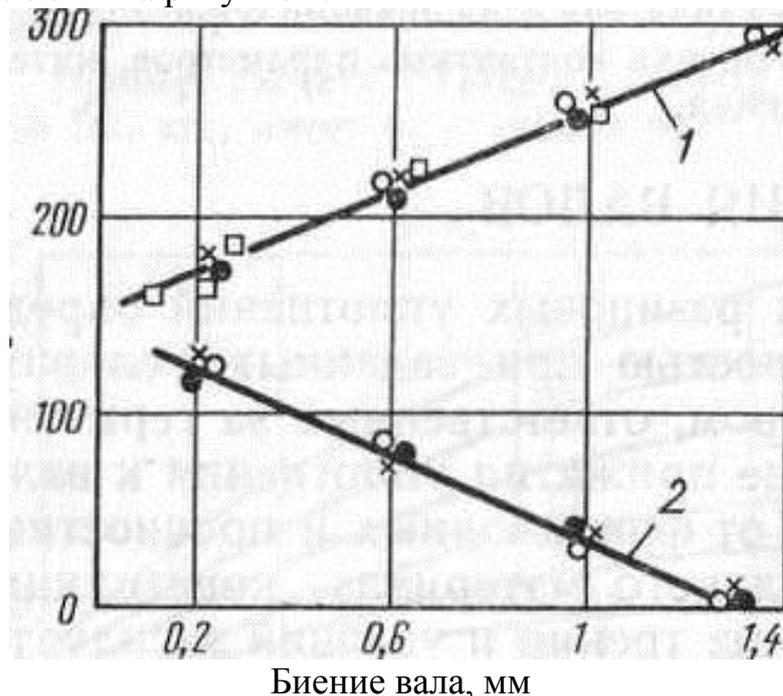


Рисунок 1 – Зависимость максимального (1) и минимального (2) усилий от биения вала при различных скоростях вращения:

● - 70 об/мин; ○ – 1100 об/ мин; □ – 2800 об/мин; × - 7000 об/мин.

При воздействии температуры уплотняемой среды или выделяющегося тепла в процессе трения физико-механические свойства резины претерпевают существенные изменения (старение, деструкция), что приводит к изменению фрикционных характеристик и отражается на сроке службы уплотнения.

Как показано одним из авторов совместно с С. Л. Рыбаловым [4], наиболее существенным фактором, влияющим на износ, является температура, создаваемая в месте контакта уплотнения с валом.

С ростом давления возрастает радиальное усилие, что вызывает рост площади контакта, ограничение подачи смазки в зону трения, рост силы трения и температуры, в результате чего ускоряется процесс изнашивания и старения материала.

Предельные значения скоростей определяются температурой, развивающейся в зоне трения уплотнения с валом, и зависят от теплостойкости и износостойкости применяемых материалов.

Интенсивность изнашивания материала при прочих равных условиях в значительной мере зависит от качества обработки (шероховатости) поверхности. Как показано многочисленными исследованиями, коэффициент трения и износ материалов при изменении исходной шероховатости вала проходят через минимум.

Минимальные значения коэффициента трения и интенсивности изнашивания соответствуют равновесной шероховатости. Научно обоснованное

нормирование исходной технологической шероховатости, близкой к эксплуатационной равновесной, позволяет практически исключить приработочный износ уплотнений. Одним из способов повышения долговечности уплотнений является уменьшение коэффициента трения, например, путем введения в основу материала различных антифрикционных добавок, химической обработки поверхности уплотнения парами брома, йода, хлора, сернистого газа и др. В исследовании Н. М. Каневского [5] показано, что долговечность уплотнения и коэффициент трения связаны зависимостью:

$$t_d f = \text{const},$$

где  $t_d$  - количество отработанных часов до течи;  $f$  – коэффициент трения.

Исследованиями [6] показано, что износ уплотняемых резин в основном носит усталостный характер.

Исследованиями С. Л. Рыбалова и В. К. Коморницкого-Кузнецова показано, что герметичность уплотнения в большей мере определяется отношением удельного давления к модулю упругости материала манжеты ( $p_a/E$ ). При контактировании уплотнительных резин с металлическими поверхностями 8 - 10-го классов шероховатости формула:

$$\eta = b\varepsilon^v$$

применима при отношении удельного давления к модулю упругости резины ( $p_a/E$ )  $\leq 0,02-0,03$ .

Особенностью расчета на износ манжетных уплотнений является то обстоятельство, что эта величина на 1–2 порядка выше, чем при контакте металлических поверхностей, что приводит к возникновению больших относительных сближений. Уплотнения практически работают в области упругого насыщенного контакта при значениях ( $p_a/E$ ) =  $0,05 \div 0,2$ ; в случае насыщения ФПК при  $\eta \rightarrow 1$  можно пользоваться формулой Г. М. Бартенева и В. В. Лаврентьева [6]. При таких значениях ( $p_a/E$ ) относительную площадь контакта можно принять  $\eta = 0,90 \div 0,95$ , а относительное сближение  $\varepsilon = 0,80 \div 0,95$ .

В условиях большой скорости скольжения характерным является возникновение на поверхности контакта высокой температуры порядка 100 - 250°C, ухудшающей механические характеристики резин, и, как следствие, возникает повышенный износ. Располагая данными по изменению физико-механических характеристик резин, можно вычислить изменение износа в зависимости от температуры. В таблице 1 приведены изменения физико-механических свойств наиболее распространенной резины серийных манжетных уплотнений (каучук СКН 18 + СКН 26) в зависимости от температуры.

Таблица 1. –Изменение свойств резины в зависимости от температуры.

Температура, °С	Коэффициент трения, $f$	Предел прочности $\sigma_b$ , кгс/см <sup>2</sup>	Коэффициент динамической выносливости, $t$	Динамический модуль упругости $E$ , кгс/см <sup>2</sup>
50	1,2	270	5,2	148
100	1,3	216	4,85	148
150	1,1	162	4,5	148
200	0,75	108	4,15	148

Зависимость износа от температуры и скорости скольжения может быть выражена формулой, полученной И. В. Крагельским [6]:

$$i = i_1 \vartheta^{-c} \left( \frac{\vartheta}{100} \right)^{\alpha_1 \vartheta - \gamma}$$

где  $i_1$  – величина удельного износа, принятая при температуре трения  $100^\circ \text{C}$  и скорости скольжения  $v = 1$  м/с. Коэффициенты  $i_1$  и  $\alpha_1$  определяют влияние температуры на износ резины, а  $c$  и  $\gamma$  определяют влияние скорости скольжения.

В табл.2 приведены характеристики износостойкости уплотнительных резин.

Таблица 2 – Износостойкость резин.

Каучук	Характеристики износостойкости					Критическая темп. разрушения $\vartheta$ , $^\circ\text{C}$
	$i_1 \times 10^8$	$\alpha_1$	$c$	$\gamma$	$I_h \times 10^8$	
СКН18+СКН26	0,715	2,40	0,46	0,125	0,6	300-400
СКФ32	0,160	3,85	-	-	0,08	300-350
СКЭП	0,3	4,90	-	-	0,18	175-250

Таким образом, для улучшения эксплуатационных показателей необходимо эффективное снижение износа трущихся сопряжений элементов транспорта. В статье было показано, что необходимым этапом этого является точный анализ его источников.

#### Список литературы

1. Непомнящий Е. Ф. Износ при качении с проскальзыванием. – В сб. Трение твердых тел. М., «Наука», 1964. С. 111-119.
2. Коняхин И. Р. Теория предварительных смещений применительно к вопросам контактирования деталей. Томск, Томский ун-т, 1965. 116 с.
3. Коморницкий-Кузнецов В. К. Исследование фрикционных характеристик уплотнений вращающихся валов. Автореферат канд. диссерт. М. НИИРП Печатно-копировальный сектор, 1973. 20 с.
4. Рыбалов С.Л., Крагельский И.В. О механизме износа уплотнительных резин. – В кн.: Резина – конструкционный материал современного машиностроения. М., «Химия», 1967. С. 286-295.
5. Серебрянский, А. И. Некоторые результаты исследований линейного износа антифрикционных пластиков [Текст] / А. И. Серебрянский, Ж. И. Богатырева, С. В. Федоров // Стандартизация, управление качеством и обеспечение ин-формационной безопасности в перерабатывающих отраслях АПК и машиностроении : матер. Междунар. науч.- техн. конф. / Воронеж.гос. ун-т инж. технол. – Воронеж.: ВГУИТ, 2015. – С. 363-369. Библиогр. С368-369 (8 назв.).

©Богатырева Ж.И., Серебрянский А.И., Верховляд И.Ю., 2019

УДК 630.323.113

**Богатырева Ж.И.**

канд. техн. наук, преподаватель  
Военного учебно-научного центра ВВС  
«Военно-воздушная академия имени  
профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А.  
Гагарина» (г. Воронеж), РФ

**Серебрянский А.И.**

канд. техн. наук, доцент Военного  
учебно-научного центра ВВС «Военно-  
воздушная академия имени профессора  
Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина»  
(г. Воронеж), РФ

**Кубарев А. С.**

курсант Военного учебно-научного  
центра ВВС «Военно-воздушная  
академия имени профессора  
Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина»  
(г. Воронеж), РФ

Bogatyreva Z. I.

Ph.D., Military educational-scientific  
center of air force «The air force  
Academy named after Professor N.E.  
Zhukovsky and Gagarin» (Voronezh),  
Russian Federation

Serebrianskii A. I.

Ph.D., Military educational-scientific  
center of air force «The air force  
Academy named after Professor N.E.  
Zhukovsky and Gagarin» (Voronezh),  
Russian Federation

Kubarev A.S.

cadet Military educational-scientific  
center of air force «The air force  
Academy named after Professor N.E.  
Zhukovsky and Gagarin» (Voronezh),  
Russian Federation

**МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ В  
УЗЛАХ ТРЕНИЯ МАНИПУЛЯТОРНОГО ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО  
ОБОРУДОВАНИЯ СПЕЦИАЛЬНОЙ АВИАЦИОННОЙ ТЕХНИКИ**

**METHOD FOR DETERMINING OPERATIONAL INDICATORS IN THE FRICTION  
UNITS OF MANIPULATIVE TECHNOLOGICAL EQUIPMENT OF SPECIAL  
AVIATION TECHNOLOGY**

Ключевые слова: узлы трения, износостойкость

Аннотация. В статье рассмотрен вопрос повышения износостойкости узлов трения манипуляторного технологического оборудования специальной авиационной техники. Основываясь на методике расчета удельных давлений в узлах трения манипуляторов предложены способы повышения износостойкости шарнирных соединений.

Keywords: friction units, wear resistance

Summary: The article discusses the issue of improving the wear resistance of friction units of the manipulator technological equipment of special aviation equipment. Based on the method of calculating specific pressures in the friction points of the manipulators, methods have been proposed for improving the wear resistance of hinged joints.

В настоящее время повсеместно, в том числе и в авиации, применяется манипуляторное оборудование. Шарнирные соединения в манипуляторах являются наиболее слабыми местами. [1]. Низкая износостойкость соединений объясняется высокими нагрузочными режимами их работы. В качестве примера рассматривается определение нагрузочных режимов работы шарнира «рукоять –

рабочий орган», кинематическая схема представлена на рисунке 1. За основу алгоритма расчета принят литературный источник [2] и рекомендации [3, 4].

На рабочий орган действуют следующие силы и моменты:  $Q_x$ ,  $Q_y$  и  $Q_z$  – составляющие пространственного усилия  $Q$  взаимодействия рабочего органа с деревом;  $G_n$  – сила тяжести рабочего органа;  $P$  г.ц. – реакция от гидроцилиндра привода рабочего органа в плоскости «уАх»;  $P_{г.ц.}^x$  и  $P_{г.ц.}^y$  – составляющие усилия на штоке гидроцилиндра;  $M_A^x$ ,  $M_A^y$  и  $M_A^z$  – моменты от боковых сил, действующих на шарнир «А»;  $\beta$  – угол наклона оси гидроцилиндра подвески к горизонтали;  $\alpha$  – угол между осью «У» и вектором пространственного усилия  $Q$ ;  $\gamma$  – угол между осью «Х» и вектором пространственного усилия  $Q$ ;  $\delta$  – угол между осью «Z» и вектором пространственного усилия  $Q$ .

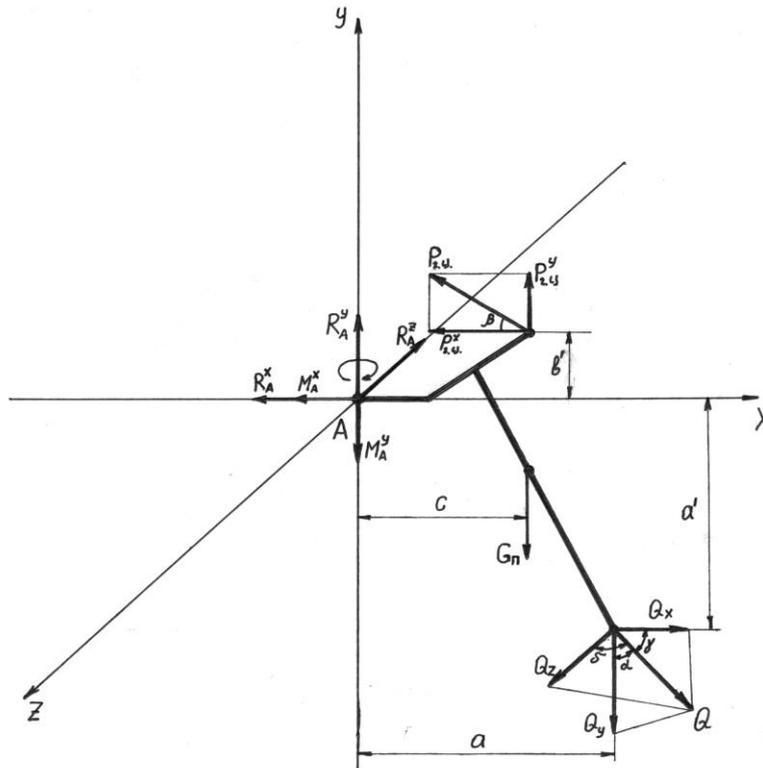


Рисунок 1 - Кинематическая схема шарнирного соединения «рукоять – рабочий орган».

Для определения реакций в шарнире «А» составляются шесть уравнений равновесия.

$$\left. \begin{aligned} \sum Y &= R_A^y + P_{г.ц.}^y - G_n - Q_y = 0 \\ \sum X &= -R_A^x - P_{г.ц.}^x + Q_x = 0 \\ \sum Z &= -R_A^z + Q_z = 0 \\ M_A^y &= -Q_z \times a = 0 \\ M_A^x &= -Q_z \times a' = 0 \\ M_A^z &= P_{г.ц.}^y \times b + P_{г.ц.}^x \times b' - G_n \times c - Q_y \times a + Q_x \times a' = 0 \end{aligned} \right\} (1)$$

Из полученных уравнений, с учетом уравнений

$$\begin{aligned}
P_{z.ш.}^x &= P_{z.ш.} \times \cos\beta \\
P_{z.ш.}^y &= P_{z.ш.} \times \sin\beta \\
Q_x &= Q \times \cos\gamma \\
Q_y &= Q \times \cos\alpha \\
Q_z &= Q \times \cos\delta
\end{aligned} \tag{2}$$

определим реакции связей рабочего органа с рукоятью:

$$\begin{aligned}
R_A^y &= G_n + Q \times \cos\alpha + P_{r.ш.} \times \sin\beta \\
R_A^x &= Q \times \cos\gamma - P_{z.ш.} \times \cos\beta \\
R_A^z &= Q \times \cos\delta \\
M_A^y &= -Q \times \cos\delta \times a \\
M_A^x &= -Q \times \cos\delta \times a'
\end{aligned} \tag{3}$$

Наибольшая нагрузка на втулку и палец будет равна:

$$R_{\max} = \sqrt{\left(\frac{R_A^x}{2} + \frac{M_A^y}{b''}\right)^2 + \left(\frac{R_A^y}{2} + \frac{M_A^x}{b''}\right)^2} + R_A^z \tag{4}$$

где  $b''$  - расстояние между серединами втулок в шарнире.

В момент начала подъема дерева на шарнир, кроме указанных выше сил, действуют силы инерции. При этом реакции связей определяют по формулам:

$$\begin{aligned}
R_A^{xi} &= R_A^x \times \left(1 + \frac{V}{t \times q}\right) \\
R_A^{yi} &= R_A^y \times \left(1 + \frac{V}{t \times q}\right) \\
R_A^{zi} &= R_A^z \times \left(1 + \frac{V}{t \times q}\right)
\end{aligned} \tag{5}$$

где:  $V$  – средняя скорость подъема подвески;  $t$  – время разгона;  $q$  – ускорение свободного падения.

Тогда:

$$R_{\max}^i = \sqrt{\left(\frac{R_A^{xi}}{2} + \frac{M_A^y}{b''}\right)^2 + \left(\frac{R_A^{yi}}{2} + \frac{M_A^x}{b''}\right)^2} + R_A^{zi} \tag{6}$$

Давление во втулке определяется по формуле:

$$P = \frac{R_{\max}}{0.2 \times r \times l \times 1000} \tag{7}$$

где:  $P$ - давление в втулке, Мпа;  $R_{\max}$  - максимальная нагрузка на втулку, кН;

$l$ - длина втулки, м;  $r$ -радиус втулки, м.

Коэффициент значением 0,2 в знаменателе уравнения (7) получается исходя из усредненного значения половины угла контакта рабочих поверхностей, шарнирных соединений. Половина угла контакта определяется по зависимости, преобразованной в вид, удобный для расчета шарнирных соединений [1]:

$$\varphi_0 = 0.317 \left( \frac{4}{\pi} \times \frac{(1-\nu_1^2) + (1-\nu_2^2) \times \psi}{0.117} + 1 \right) \times \frac{P_a}{P_\alpha + E_1 \varepsilon / d_2} \tag{8}$$

где  $\nu_1, \nu_2$  - коэффициенты Пуассона материала вала и втулки;  $\varepsilon$  - радиальный зазор в сопряжении;  $d_2$  - диаметр вала;

$$\psi = \frac{E_1}{E_2} \quad (9)$$

где  $E_1, E_2$  - модули упругости материала вала и втулки.

Исходя из анализа работы машин манипуляторного типа, для определения максимального давления на краях втулок полученные величины нагрузок и давлений необходимо увеличить в 1,6...1,8 раза, т.е. учитывать коэффициент динамичности [2,3]. При расчете по приведенному алгоритму были получены, режимы трех разных типовых манипуляторов приведенные в таблице 1.

Таблица 1 - Величины нагрузок в шарнирах «рукоять – рабочий орган».

Показатели	1	2	3
Максимальная нагрузка, $R_{max}$ , (кН).	13,5185	17,0807	9,7
То же с учетом сил инерции, $R_{max}^i$ , (кН).	14,4724	20,668	10,177
Среднее давление в втулке, $P_{cp}$ , (МПа).	24,14	21,09	29
Тоже, с учетом сил инерции, $P_{cp}^i$ , (МПа).	25,84	26,7	30,59
Давления в втулке с учетом динамических нагрузок, $P_{д}$ , (МПа).	41,344	42,72	49,95

Анализируя таблицу 1 видно, что достаточно высокие значения нагрузок и удельных давлений, действующих на шарниры манипуляторов. Это объясняется рядом фактором: реверсивностью трения, спецификой работы и предмета труда, несовершенным подбором конструкционных и смазочных материалов.

Исходя из этого можно сделать выводы: для повышения износостойкости необходимо изменить конструкцию шарнирных соединений, чтобы исключалось влияние отрицательного эффекта реверса, целесообразно, заменить пластичные смазки на самосмазывающийся антифрикционный материал [5].

#### Список литературы

1. Шевченко В.П. Восстановление шарнирных соединений лесосечных машин электродуговой металлизацией. Автореф. дисс. ... канд. техн. наук. Химки 1986. 20 с.
2. Артамонов Ю.Г. Проектирование технологического оборудования манипуляторных лесных машин. Ленинград. 1985. 86 с.
3. Серебрянский А.И. Повышение износостойкости шарниров лесных манипуляторов на основе замены реверсивного трения вращательным: Дис. канд. техн. наук: 05.21.01 / Серебрянский А.И.; ВГЛТА. - Защищена 21.11.2003. – Воронеж, 2003. – 166с. : ил.+ прил. – Библиогр.: с. 167-179.
4. Герасимов Ю.Ю. и др. Манипуляторные системы лесных машин: проектирование и расчет. Петрозаводск – Йоенсуу, 1994. 95 с.
5. Serebryansky A.I Constructive exception of friction reversibility based on the analysis of the joint manipulators operating characteristics. Europäische Fachhochschule = European Applied Sciences. 2013. T. 2. №5. С. 21-24

©Богатырева Ж.И., Серебрянский А.И., Кубарев А.С.

УДК 630.323.113

**Богатырева Ж.И.**

канд. техн. наук, преподаватель  
Военного учебно-научного центра ВВС  
«Военно-воздушная академия имени  
профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А.  
Гагарина» (г. Воронеж), РФ

**Серебрянский А.И.**

канд. техн. наук, доцент Военного  
учебно-научного центра ВВС «Военно-  
воздушная академия имени профессора  
Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина» (г.  
Воронеж), РФ

**Вепрев И.А.**

курсант Военного учебно-научного  
центра ВВС «Военно-воздушная  
академия имени профессора Н.Е.  
Жуковского и Ю.А. Гагарина» (г.  
Воронеж), РФ

Bogatyreva Z. I.

Ph.D., Military educational-scientific  
center of air force «The air force  
Academy named after Professor N.E.  
Zhukovsky and Gagarin» (Voronezh),  
Russian Federation

Serebrianskii A. I.

Ph.D., Military educational-scientific  
center of air force «The air force  
Academy named after Professor N.E.  
Zhukovsky and Gagarin» (Voronezh),  
Russian Federation

Veprev I.A.

cadet Military educational-scientific  
center of air force «The air force  
Academy named after Professor N.E.  
Zhukovsky and Gagarin» (Voronezh),  
Russian Federation

## **УЛУЧШЕНИЕ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ЦИЛИНДРИЧЕСКИХ ПАР ТРЕНИЯ ЗА СЧЕТ РАСЧЕТА ПАРАМЕТРОВ РАБОЧЕЙ МЕРЫ**

### **IMPROVEMENT OF OPERATIONAL INDICATORS OF DI-LINDRICHESKY PAIR FRICTION BY ACCOUNTING THE PARAMETERS OF WORKING MEASURES**

Ключевые слова: подшипники скольжения, шарнирное соединение, износостойкость, рабочая мера.

Аннотация: Обоснована необходимость использования рабочей меры для подшипников скольжения. Изложена методика расчета рабочей меры, основанная на использовании теории подобия.

Keywords: plain bearings, swivel, wear resistance, working measure.

Summary: The necessity of using the working measure for sliding bearings is justified. The method of calculating the working measure, based on the use of similarity theory, is presented.

В машиностроении повсеместно применяются подшипники скольжения. Потому актуальным остается вопрос улучшения их эксплуатационных показателей. Зачастую возникает проблема, что рабочий ресурс применяемого подшипника скольжения меньше, чем у совмещенного технологического оборудования и базовых машин или агрегатов. Это может вызвать ряд проблем. Есть два основных направления для увеличения срока службы подшипников скольжения – применение различных видов антифрикционных материалов или изменение конструкции самого шарнирного соединения [1].

В настоящее время применяются в зависимости от своего назначения подшипники скольжения разнообразных форм, размеров, конструкций, конструкционных материалов.

Таким образом, для адекватного суждения о рабочих метрологических характеристиках подшипников для каждого типа подшипника необходима сравнительная величина, которой может являться конкретная рабочая мера – узел трения, имитирующий реальный подшипник - для каждого типоразмера подшипника.

В настоящей работе предлагается в качестве рабочей меры, выполняющей функции опорной величины использовать модельный подшипниковый узел трения-скольжения. Такой узел позволит обоснованно и адекватно, с максимальным приближением к реальным узлам трения имитировать работу различных подшипников скольжения.

Модель шарнирного соединения разрабатывается с учетом конструктивно – технологических факторов нагружения.

Расчет масштабного фактора включает следующие операции [2]: разработку моделей испытания на износ; установление параметров, влияющих на износ; выбор базисных параметров; получение критериев подобия и составление критериального уравнения в комплексной форме; выбор краевых условий с учетом требований, предъявляемых к модели и натурному образцу; решение критериального уравнения; анализ решения.

Процесс трения и износа шарнирного соединения представляется функцией параметров:

$$f = \Psi(V, P, m, t, S, A_c, h, r, HB, E, \tau, c, \lambda, \sigma, \Theta) \quad (1)$$

где  $V$  – скорость скольжения,  $P$  – нагрузка,  $m$  – масса детали,  $t$  – время,  $S$  – характерный геометрический размер сопряжения,  $A_c$  – контурная площадь трения,  $h, r$  – высота и радиус выступа микронеровности,  $HB$  – твердость поверхностных слоев,  $E$  – модуль упругости материала,  $\tau$  – касательные напряжения в поверхностных слоях,  $c$  – коэффициент теплоемкости материала,  $\lambda$  – коэффициент теплопроводности,  $\sigma$  – коэффициент теплоотдачи,  $\Theta$  – температура в зоне трения,  $P_c$  – контурное давление.

Используя анализ размерностей, и применив систему четырех основных единиц  $L, M, T, \Theta$ , получаем уравнение в критериальной форме:

$$f = \psi\left(\frac{m_{1,2}}{P_c^2 \times V^2 \times t^6}, \frac{A_{c1,2}}{V^4 \times t^4}, \frac{P}{P_c \times V^2 \times t^2}, \frac{HB_{1,2}}{P_c}, \frac{h_{1,2}}{V^2 \times t^2}, \frac{r_{1,2}}{V^2 \times t^2}, \frac{\lambda_{1,2,3} \times \Theta^3}{P_c^3 \times V^6 \times t^3}, \frac{C_{1,2,3} \times \Theta^3}{V^6}, \frac{\sigma_{1,2} \times \Theta^2}{P_c^2 \times V^2}, \frac{S}{V^2 \times t^2}\right) \quad (2)$$

где параметры с индексами 1, 2, 3 относятся соответственно к валу, втулке и среде. Назначив краевые условия (в нашем случае  $C_{HB}=1$ ;  $C_\lambda=1$ ;  $C_V=1$ ) уравнение решается относительно  $S$ . Получаем коэффициент перехода от натуре к модели:

$$\begin{aligned}
C_m &= C_S, C_{AC} = C_S^2, C_P = C_S, C_{HB} = 1, \\
C_\tau &= 1, C_h = C_r = C_S, C_\lambda = 1, \\
C_t &= C_S^{1/2}, C_{PC} = 1, C_V = 1, C_\Theta = C_S^{1/2}
\end{aligned}
\tag{3}$$

Для пары трения, выполненной по схеме вал – втулка, приемлемым характерным размером является:

$$S = l_1 \times d_2 \tag{4}$$

где  $l_1$  – длина втулки;  $d_2$  – диаметр пальца.

Перейдя от симплексов к параметрам, и, подставив их значения, определяются коэффициенты перехода через геометрические размеры натурального и модельного сопряжений. Для упрощения расчетов для всего цикла испытаний можно ввести граничное условие:

$$\frac{l'_1}{d'_2} = \frac{l_1}{d_2} = const \tag{5}$$

где знак «штрих» относится к модели, а без знака – к образцу.

После подстановок получаем:

$$C_S = \frac{(d'_2)^2}{d_2^2} \tag{6}$$

Используя эту зависимость, получаем значения коэффициентов перехода от природы к модели через диаметры натурального и модельного образцов. Таким образом, полученные, по представленным зависимостям, коэффициенты перехода от реального узла трения к натурному образцу и принятые размеры натурального образца рекомендуются к использованию в качестве рабочей меры процесса трения и изнашивания подшипников скольжения.

Для создания рабочей меры для каждого типоразмера подшипника скольжения необходимо осуществление подобия и по другим параметрам, которые не были учтены в настоящей работе.

Приведенные зависимости имеют общий характер и их можно применять для создания рабочей меры для любого типа подшипника при условии геометрического подобия.

#### Список литературы:

1. Патент на изобретение 2242644 РФ, МПК<sup>7</sup> 7 F 16 C 11/00. Шарнирное соединение [Текст]/ А.И. Серебрянский, Н.С. Смогунов, Ф.В. Пошарников; заявитель и патентообладатель ВГЛТА. - № 2003118950/11; заявл. 24.06.2003 ; опубл. 20.12.2004
2. Браун, Э.Д. Расчет масштабного фактора при оценке трения и изнашивания [Текст] / Износостойкость. М., Наука, 1975, с.136 – 154.

©Богатырева Ж.И., Серебрянский А.И., Вепрев И.А.

УДК 656.1

**Бусарин Э.Н.**

доцент, кандидат технических наук  
кафедры «Организации перевозок и  
безопасности движения» ФГБОУ ВО  
«Воронежский государственный  
лесотехнический университет имени  
Г.Ф. Морозова» г. Воронеж, РФ

**Ломакин П.В.**

магистр ФГБОУ ВО «Воронежский  
государственный лесотехнический  
университет имени Г.Ф. Морозова»  
г. Воронеж, РФ

**Зиновьева П.А.**

студент ФГБОУ ВО «Воронежский  
государственный лесотехнический  
университет имени Г.Ф. Морозова»  
г. Воронеж, РФ

**Посыльная Е.Ю.**

студент ФГБОУ ВО «Воронежский  
государственный лесотехнический  
университет имени Г.Ф. Морозова»  
г. Воронеж, РФ

Busarin E. N.

associate Professor, candidate of technical  
Sciences, Department of "Organization of  
transportation and traffic safety",  
VORONEZH state forest engineering  
University named after G. F. Morozov,  
Voronezh, Russia

Lomakin P. V.

master of FSBEI HE "Voronezh state  
forest engineering University named after  
G. F. Morozov»

Voronezh, Russia

Zinoviev P.A.

student of FSBEI HE "Voronezh state  
forest engineering University named after  
G. F. Morozov»

Voronezh, Russia

Posylnaya E. Yu.

student of FSBEI HE "Voronezh state  
forest engineering University named after  
G. F. Morozov»

Voronezh, Russia

## **К ВОПРОСУ ФОРМИРОВАНИЯ ЕДИНОЙ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ ТРАНСПОРТНОЙ СИСТЕМЫ ГОРОДА**

### **ON THE QUESTION OF FORMATION OF A UNIFIED AUTOMATED TRANSPORT SYSTEM OF THE CITY**

Ключевые слова: транспорт, информационные технологии, интеллектуальные системы.

Аннотация: Проведен анализ характерных особенностей интеллектуальных систем транспортного комплекса и рассмотрен уровень автоматизации систем управления транспортными средствами в городе с учетом эффективности их работы.

Key words: transport, information technology, intelligent systems.

Abstract: The analysis of the characteristic features of the intelligent systems of the transport complex has been carried out and the level of automation of the vehicle management systems in the city has been considered taking into account the effectiveness of their work.

Важной частью экономики города является развитый и современный транспортный комплекс. Он является материальным носителем между районами, отраслями, предприятиями. Специализация районов, их комплексное развитие невозможны без системы транспорта. Транспортный фактор оказывает огромное влияние на жизнь города и страны в целом. Обеспеченность территории хорошо развитой транспортной системой служит одним из важных факторов привлечения

населения и производства, является важным преимуществом для размещения производительных сил и дает интеграционный эффект.

Эффективность работы транспортного комплекса напрямую зависит от своевременного применения инновационных технологий в транспортном комплексе города. В разных странах реализуются проекты по строительству новых «умных» кварталов или населенных пунктов, а также по автоматизации этих проектов в тех городах, которые уже существуют. Концепция «умного города» предполагает обеспечение высокого качества жизни за счет применения инновационных технологий, которые предусматривают экономичное и экологичное использование городских систем жизнедеятельности и жизнеобеспечения [1,2].

Транспорт «умного» города основывается на интеллектуальной транспортной системе (ИТС). Это означает интеграцию оперативного управления всеми видами транспорта и возможность реакции на события в режиме реального времени.

Информационные технологии в отношении транспорта – это создание города, ориентированного на пешехода и стремление свести использование частного транспорта к минимуму. В связи с этим серьезное внимание в транспортной системе уделяется общественному транспорту.

Большое значение в интеллектуальной транспортной системе (ИТС) имеет наличие единого транспортного интерфейса, ориентированного на потребности жителей «умного» города и гостей. Данный интерфейс позволяет использовать множество сервисов - от подсказки для выбора парковки до оповещения о сроке прибытия местного общественного транспорта. Проект «интеллектуальная транспортная система» включает в себя набор следующих элементов: умный светофор; умный автобус; умная остановка; умная видеокамера/видеонаблюдение; мобильное устройство регистрации правонарушений; система мониторинга мобильных объектов; система дорожно-транспортных и навигационных сервисов; экологичные транспортные средства; умные дорожные знаки; технический облик ИТС [3].

Рассмотрим некоторые элементы данной системы.

«Умный светофор» – это интеллектуальная система контроля дорожного движения, которая успешно используется практически по всему миру. Автоматизированные системы данного типа функционируют во многих городах, в том числе и в Воронеже. Например, в Воронеже применена интеллектуальная система управления дорожным движением «Артемис». Благодаря эффективному способу управления дорожным движением (как показывают статистические данные) пропускная способность повышается на 30%, а рациональность применения данного проекта обосновывается простотой его реализации. Также не исключается применение специальных метеостанций, которые будут собирать информацию о погодных условиях и состоянии асфальта. Эти данные помогут скорректировать скоростные ограничения и предупредить водителей о неблагоприятных условиях на дороге [4].

«Умный автобус» - данный проект был впервые представлен на

инновационном форуме «СмартТранспорт-2016» в городе Санкт-Петербург. Согласно данной концепции в автобусах «нового времени» будет применено более десятка технических новшеств, повышающих безопасность и комфорт для пассажиров – высокоскоростной Интернет, видеокамеры для наблюдения за обстановкой на дорогах и самостоятельного фиксирования нарушений правил дорожного движения. Кадры с нарушениями правил дорожного движения будут автоматически отправляться на серверы ГИБДД. Также автобус будет подключен к отечественной системе экстренного реагирования при дорожно-транспортных происшествиях ЭРА-ГЛОНАСС. При возможном наступлении чрезвычайного происшествия водитель с помощью кнопки экстренного вызова сможет подать сигнал SOS, а если водитель потерял сознание, за него это автоматически сделает система.

Автобусы оснащаются автоматическим кондуктором, который с помощью видеокамеры может посчитать пассажиров а также запечатлеть правонарушителей. В этом транспорте будущего установлена система кварцевания, которая обезопасит пассажиров от передачи друг другу простудных заболеваний в зимний период. Если есть «умный автобус», то должна быть и «умная остановка». Первая подобная автоматизированная система была установлена в Севастополе. Затем пошло развитие в Крыму: Ялта, Евпатория и т.д. После завершения форума в Санкт-Петербурге был установлен опытный образец остановки. В остановку внедрена система камер видеонаблюдения «безопасный город», которая позволяет оперативно следить за порядком. «умные остановки» оснащены электронным табло, предоставляющим информацию о текущем времени, дате, температуре, маршрутах, типах и точном времени прибытия городского транспорта, прибывающего на остановку, а также USB-разъемами для подзарядки телефонов и планшетов, бесплатным WI-FI, платёжным терминалом в целях предотвращения различных внештатных ситуаций жителей города.

Одним из основных направлений развития телематических систем на пассажирском транспорте, как в России, так и в зарубежных странах является внедрение автоматизированных навигационных систем диспетчерского управления. Данные системы используют определение местоположения транспортных средств по сигналам глобальных навигационных систем GPS и ГЛОНАСС.

Диспетчерские системы на базе спутниковых навигационных систем обеспечивают возможность оперативно управлять перевозками, фиксировать фактически выполненную транспортную работу за счет сбора, передачи и обработки информации о местоположении транспортных средств; предоставлять и получать доступ к этой информации всем заинтересованным участникам транспортного процесса.

Немаловажным свойством всех транспортных средств является экологическая безопасность. Экологическая безопасность – это способность автомобиля, которая позволяет уменьшать вред, наносимый участникам движения и окружающей среде в процессе эксплуатации. Мероприятиями по уменьшению вредного воздействия автомобилей на окружающую среду следует считать

снижение токсичности отработавших газов и уровня шума [5]. Мировой автопром уже много лет подряд активно внедряет один за другим проекты, касающиеся производства экологичных транспортных средств.

Многие российские предприятия разработали и продолжают развивать специальные проекты, касающиеся производства транспортных средств, которые способны работать на экологическом топливе, но для реализации инновационных решений необходима соответствующая государственная поддержка. Поэтому в ближайшем будущем предстоит решить следующие проблемы: принять и внедрить критерии для оценки электрического и гибридного транспорта; отработать систему стимулирования производителей и пользователей «зеленых» автомобилей; создать условия и определить технические нормы для развития зарядной инфраструктуры; снижение себестоимости экологичных автомобилей.

Выводы: В итоге следует отметить что, город с применением концепции «умный город» - это более гибкий и приспособленный к современным реалиям город. Так как транспортная отрасль является одной из самых важных в городской инфраструктуре то её развитию нужно уделять особое внимание. Дорожное движение в настоящее время следует рассматривать как одну из самых сложных составляющих социально-экономического развития городов и регионов. В данной области должны использоваться самые современные технологии сбора и обработки информации о параметрах транспортных потоков (плотности, скорости, составе) с целью обеспечения безостановочного движения по улицам и дорогам. Интеллектуальная транспортная система позволяет обеспечивать комфорт и безопасность пешеходов, пассажиров и водителей одновременно. Создание интеллектуальной транспортной системы нового поколения, соответствующей сценарию инновационного развития, – наиболее эффективный путь развития современных городов, учитывая высокие темпы внедрения инновационных технологий и насущную потребность для страны в более эффективном использовании транспортного ресурса.

#### Список литературы

1. Методы повышения эффективности управления дорожным движением Бусарин Э.Н., Белокуров В.П., Кораблев Р.А., Климова Г.Н. В сборнике: Актуальные вопросы инновационного развития транспортного комплекса Материалы 5-ей Международной научно-практической интернет-конференции под общей редакцией А.Н. Новикова. 2016. С. 295-301.
2. Иносэ Х., Хамада Т. Управление дорожным движением. - М.: Транспорт, 1983. -283 с.
3. Умный город [Электронный ресурс]: [официальный сайт] / Комитет поддержки реформ Президента России». – Электрон. Дан. – М., 2016. – Режим доступа: <http://comreform.ru/print/79>, свободный. – Загл. С экрана.
4. «Умные светофоры»: Интеллектуальная система контроля дорожного движения [Электронный ресурс]: официальный сайт «Мэр Воронежа. РФ». –Электрон. Дан. – Воронеж, 2013-2015.– Режим доступа: <http://mer-voronezha.ru/articles/71>, – свободный. – Загл. С экрана.
5. Власов В.М. Транспортная телематика в дорожной отрасли: учеб. пособие / В.М. Власов, Д.Б. Ефименко, В.Н. Богумил. – М.: МАДИ, 2013. – 80 с.

© Бусарин Э.Н., Ломакин П.В., Зиновьева П.А., Посыльная Е.Ю., 2019

УДК 630.323.113

**Бруцкий Е.Ю.**

курсант ФГКВОУ ВПО «Военный учебно-научный центр Военно-воздушных сил «Военно-воздушная академия им. Проф. Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина», г. Воронеж, РФ

**Зенин В.Л.**

доцент, кандидат технических наук ФГКВОУ ВПО «Военный учебно-научный центр Военно-воздушных сил «Военно-воздушная академия им. Проф. Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина», г. Воронеж, РФ

Brutsky E. Yu.

Lecturer at the Military Educational and Scientific Center of the Air Force "Military Air Academy named after Prof. NOT. Zhukovsky and Yu.A. Gagarin ",

Voronezh, RF  
Zenin V.L.

Associate Professor, Candidate of Technical Sciences FGKVOU VPO "Military Training and Scientific Center of the Air Force" Air Force Academy. Prof. NOT. Zhukovsky and Yu.A. Gagarina ",  
Voronezh, RF

## **РАСЧЕТ МАСШТАБНОГО ФАКТОРА МОДЕЛИ ТРЕНИЯ И ИЗНАШИВАНИЯ НА ОСНОВЕ КРИТЕРИАЛЬНОГО УРАВНЕНИЯ**

### **CRITERIAL EQUATION IN CALCULATING THE MAJOR FACTOR OF THE FRICTION AND WEARING MODEL**

Ключевые слова: критериальное уравнение, модельный узел, трение, изнашивание, подшипник скольжения

Keywords: criterial equation, model knot, friction, wear, sliding bearing

Аннотация. В статье рассмотрено критериальное уравнение параметров и коэффициентов перехода от модельного узла к реальным при исследованиях подшипников скольжения на трение и изнашивание.

Abstract. The article considers the criterion equation of parameters and coefficients of transition from a model to a real knot when studying sliding bearings for friction and wear.

В промышленности широко используются подшипники скольжения. Однако, рабочий ресурс подшипников, особенно тяжелонагруженных (шарнирные соединения манипуляторов, шарнирные соединения балансирных подвесок тракторов и т.д.), не всегда является удовлетворительным, по сравнению с рабочим ресурсом совмещенного оборудования и базовых машин.

Одним из направлений, увеличивающих моторесурс подшипников скольжения, является применение новых, перспективных, антифрикционных материалов. Что бы адекватно судить о возможности применения тех или иных материалов необходимо проводить их стендовые испытания на трение и износ. Для этих целей можно воспользоваться оборудованием, описанным в работах [1].

При планировании стендовых испытаний предусматривается определение показателей износостойкости подшипников скольжения.

Назначение режимов стендовых испытаний производится с учетом конструктивных, технологических и эксплуатационных факторов нагружения.

Стендовые испытания необходимо проводить на установке, обеспечивающей кинематическое и силовое подобие реальных эксплуатационных условий нагружения. Модель шарнирного соединения разрабатывается с учетом конструктивно – технологических факторов нагружения.

Расчет масштабного фактора включает следующие операции [2]: разработку моделей испытания на износ; установление параметров, влияющих на износ; выбор базисных параметров; получение критериев подобия и составление критериального уравнения в комплексной форме; выбор краевых условий с учетом требований, предъявляемых к модели и натурному образцу; решение критериального уравнения; анализ решения. Процесс трения и износа шарнирного соединения представляется функцией параметров:

$$f = \psi(V, P, m, t, S, A_c, h, r, HB, E, \tau, c, \lambda, \sigma, \Theta, P_c) \quad (1)$$

где  $V$  – скорость скольжения,  $P$  – нагрузка,  $m$  – масса детали,  $t$  – время,  $S$  – характерный геометрический размер сопряжения,  $A_c$  – контурная площадь трения,  $h, r$  – высота и радиус выступа микронеровности,  $HB$  – твердость поверхностных слоев,  $E$  – модуль упругости материала,  $\tau$  – касательные напряжения в поверхностных слоях,  $c$  – коэффициент теплоемкости материала,  $\lambda$  – коэффициент теплопроводности,  $\sigma$  – коэффициент теплоотдачи,  $\Theta$  – температура в зоне трения,  $P_c$  – контурное давление.

Используя анализ размерностей, и применив систему четырех основных единиц  $L, M, T, \Theta$ , получаем уравнение в критериальной форме:

$$f = \psi\left(\frac{m_{1,2}}{P_c^2 \times V^2 \times t^6}, \frac{A_{c1,2}}{V^4 \times t^4}, \frac{P}{P_c \times V^2 \times t^2}, \frac{HB_{1,2}}{P_c}, \frac{h_{1,2}}{V^2 \times t^2}, \frac{r_{1,2}}{V^2 \times t^2}, \frac{\lambda_{1,2,3} \times \Theta^3}{P_c^3 \times V^6 \times t^3}, \frac{C_{1,2,3} \times \Theta^3}{V^6}, \frac{\sigma_{1,2} \times \Theta^2}{P_c^2 \times V^2}, \frac{S}{V^2 \times t^2}\right) \quad (2)$$

где параметры с индексами 1,2,3 относятся соответственно к валу, втулке и среде.

Назначив краевые условия (в нашем случае  $C_{HB}=1$ ;  $C_\lambda=1$ ;  $C_V=1$ ) уравнение решается относительно  $S$ . Получаем коэффициент перехода от натурности к модели:

$$C_m = C_S, C_{AC} = C_S^2, C_P = C_S, C_{HB} = 1, C_\tau = 1, C_h = C_r = C_S, C_\lambda = 1, \quad (3)$$

$$C_t = C_S^{1/2}, C_{PC} = 1, C_V = 1, C_\Theta = C_S^{1/2}$$

Для пары трения, выполненной по схеме вал – втулка, приемлемым характерным размером является:

$$S = l_1 \times d_2 \quad (4)$$

где  $l_1$  – длина втулки;  $d_2$  – диаметр пальца.

Перейдя от симплексов к параметрам, и, подставив их значения, определяются коэффициенты перехода через геометрические размеры натурального и модельного сопряжений. Для упрощения расчетов для всего цикла испытаний можно ввести граничное условие:

$$\frac{l'_1}{d'_2} = \frac{l_1}{d_2} = const \quad (5)$$

где знак «штрих» относится к модели, а без знака – к образцу.  
После подстановок получаем:

$$C_s = \frac{(d'_2)^2}{d_2^2} \quad (6)$$

Используя эту зависимость, получаем значения коэффициентов перехода от природы к модели через диаметры натурального и модельного образцов.

### Список литературы

1. Смогунов Н.С., Серебрянский А.И., Рубахин В.И. Экспериментальная установка для исследования подшипников скольжения, работающих в условиях реверсивного трения. ВИНТИ. № 3576 – И98, 6 с.

2. Браун Э.Д. Расчет масштабного фактора при оценке трения и изнашивания. – В кн.: Износостойкость. М., Наука, 1975, с.136 – 154.

© Бруцкий Е.Ю., Зенин В.Л., 2019

УДК 630.232.314

**Быков В.С.**

профессор, доктор технических наук,  
профессор автомобильно-транспортного  
института (г. Воронеж)

Bykov V.S.  
professor, doctor of technical sciences,  
professor of automobile transport institute  
(Voronezh)

**Амрахов И.Г.**

д.т.н., профессор, ректор автомобильно-  
транспортного института (г. Воронеж)

Amrahov I.G.  
Doctor of Technical Sciences, Professor,  
Rector of the Automobile and Transport  
Institute (Voronezh)

**Сипко В.В.**

кандидат технических наук, доцент,  
заведующий кафедрой эксплуатации  
транспортных средств автомобильно-  
транспортного института (г. Воронеж)

Sipko V.V.  
candidate of technical sciences, associate  
professor, head of the department of  
vehicle operation of the automobile and  
transport institute (Voronezh)

**Фирсов Ю.Р.**

курсант Воронежского института  
правительственной связи, филиал  
академии федеральной службы охраны  
Российской Федерации

Firsov Y.R.  
cadet of the Voronezh Institute of  
Government Communications, branch of  
the Academy of Federal Security Service  
of the Russian Federation

## ИСТОРИЯ И ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ МНОГОЦИЛИНДРОВЫХ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ

### HISTORY AND PROSPECTS OF THE APPLICATION OF MULTIPLE CYLINDER CAR MOTORS

Ключевые слова: двигатель, автомобиль, цилиндр, трение, эффективность, мощность.

Аннотация: проанализированы возможности и перспективы использования многоцилиндровых автомобильных двигателей.

Key words: engine, automobile, cylinder, friction, efficiency, power

Abstract: The possibilities and prospects of using multi-cylinder automobile engines are analyzed.

С момента изобретения автомобиля и, по сути дела, до наших дней среди мотористов не прекращается дискуссия на тему: какое количество цилиндров оптимально (если вообще здесь можно говорить об оптимальности), или хотя бы рационально для данного типа автомобиля и условий его эксплуатации.

Какое влияние на показатели работы двигателя оказывает число цилиндров видно из табл. 1. Эта таблица взята из книги [1] и немного доработана и дополнена нами.

Как видно, сравниваются удельные показатели трех «квадратных» моторов (т.е. имеющих соотношение диаметра цилиндра и хода поршня 1:1) при различном числе цилиндров.

Одним из способов увеличения удельной мощности, т.е. форсирования двигателя, является повышение частоты вращения коленвала.

Достаточно вспомнить формулу для расчета мощности во вращательном движении:

$$P = M_{кр} \cdot \omega = M_{кр} \cdot (\pi n / 30), \text{ Вт},$$

где:  $M_{кр}$  – вращающий момент, Нм;

$\omega$  – угловая скорость,  $\text{с}^{-1}$ ;

$n$  – частота вращения коленчатого вала,  $\text{мин}^{-1}$ .

Поэтому неудивительно, что многоцилиндровый двигатель генерирует большую мощность (как показывает табл.1, более, чем в полтора раза при одинаковой средней цикловой скорости поршней (т.е. средней скорости поршней за один полный оборот коленчатого вала)).

Малые поршни обладают меньшей массой и, соответственно, дают меньшие инерционные нагрузки.

Это неоспоримое преимущество. В гоночной практике в период между двумя мировыми войнами имело место повсеместное увлечение многоцилиндровыми моторами.

Но, с другой стороны, хорошо видно также, что увеличение числа цилиндров влечет за собой рост общего перемещения поршней за один рабочий цикл, рост суммарной площади трения и, как следствие, уменьшение механического КПД ползунно-кривошипного механизма (который по давней традиции мы привыкли называть КШМ – кривошипно-шатунным).

Таблица 1– Сравнительные показатели двигателей рабочего объема 4,5 литра при средней цикловой скорости поршней 20 м/с

Число цилиндров	Диаметр цилиндра, мм	Ход поршня, мм	Объем одного цилиндра, см <sup>3</sup>	Объем двигателя, см <sup>3</sup>	Общая площадь внутренней поверхности цилиндров, см <sup>2</sup>	Перемещение поршней за один цикл, см	Относительное перемещение	Частота вращения коленвала, мин <sup>-1</sup>	Генерируемая мощность
1	2	3	4	5	6*	7*	8	9**	10
4	112	112	1103,4	4414	1576	448	100%	5360	100%
8	89	89	553,7	4430	1991	712	159%	6720	125%
16	71	71	281,1	4498	2534	1136	254%	8460	158%

6\* - Общая площадь внутренней поверхности цилиндров, а также суммарное перемещение поршней за один цикл влияют на механические потери в ДВС.

9\*\* - Частота вращения коленвала, при которой достигается средняя цикловая скорость поршней 20 м/с. Эта величина определяет ресурс и интенсивность износа цилиндро-поршневой группы.

В связи с этим уменьшение количества цилиндров предпочтительно с позиций повышения механического КПД двигателя. Приведем только один характерный пример. На Детройтской автомобильной выставке 1989 года был представлен в качестве перспективного прототипа автомобиль Cadillac «Solitaire», оснащенный спроектированным фирмой Lotus V-образным двенадцатицилиндровым двигателем рабочим объемом 6.6 л, имеющим два верхних распределительных вала, 48 клапанов, развивающим по заявкам мощность 430 л.с. (320 кВт) и крутящий момент 640 Нм. Однако тогдашнее руководство General Motors выступило против такого агрегата в пользу традиционного V-8. Одной из причин, мотивирующей данное решение, были большие потери на трение [2]. Но ведь помимо механического КПД существуют также такие параметры как плавность работы, уравновешенность, бесшумность и вибронегативность.

Не секрет, что некоторые производители, в частности Volvo, вообще отказались от использования многоцилиндровых конструкций в пользу рядного четырехцилиндрового мотора, имеющего при удовлетворительной уравновешенности наименьшие суммарные потери на трение. Определился и рациональный объем одного цилиндра – 500 см<sup>3</sup>. Да и на магистральных тягачах уже давненько наметилась тенденция перехода с традиционной конфигурации V-8 на рядную «шестерку».

В то же время отдельные производители (Mercedes-Benz, BMW) вернулись к конфигурации V-12 уже в восьмидесятые годы прошлого века, так сказать, на

новом витке развития двигателестроения. Концерн Volkswagen использует конфигурации W-12 и W-16.

В принципе существует довольно простая иерархия двигателей: четыре цилиндра - для автомобилей класса «эконом», шесть цилиндров для люксовых автомобилей среднего уровня, восемь цилиндров для масл-каров и грузовиков, а 12 цилиндров господствуют над всеми этими кастами. Однако есть еще одна ступенька выше двенадцати (автопроизводителей, выпускавших в разные годы такие моторы, было немало): мифические и достаточно редкие 16-цилиндровые двигатели. 16-цилиндровые моторы – это совсем не обязательно хорошие моторы. Они представляют собой часть философии давно ушедшей эпохи, когда добавление цилиндров было самым рациональным способом добиться большей мощности. Их расцвет пришелся на межвоенные годы, когда человечество еще не умело толком создавать экономичные двигатели, параллельно пытаясь заставить 16 цилиндров работать. Звук у них, надо сказать, потрясающий...

Ниже приведен обзор конструкций 16-цилиндровых автомобильных агрегатов в хронологической последовательности. Обзор не претендует на полноту, его задача – дать представление об этих моторах.

Maserati V4 и V5 (1929-1932). 4 литра, 280-305 л. с. Названия V4 и V5 никоим образом не связаны с компоновкой двигателя. Эти два автомобиля были оснащены V16, состоящими из двух рядных восьмицилиндровых двигателей от модели Tipo 26B. V4 имел объем 4 литра, а V5 был расточен до 5 литров, имел степень сжатия 5:1 и выдавал 330-360 л. с. Скорости свыше 250 км/ч для этой машины были вполне достижимы.

Cadillac V-16 (1930-1937). 7,4 литра, 170 л. с., 435 Н·м. А вот эта модель как раз получила свое имя в честь очень плавного 16-цилиндрового двигателя. Это был первый массовый автомобиль с V16, произведенный в США. Он имел верхнее расположение клапанов и угол развала блоков цилиндров 45 градусов. В эпоху, когда рядные «восьмерки» получили достаточно широкое распространение, появление «второго ряда» не представлялось нелогичным. Возникает закономерный вопрос: а были ли однорядные моторы с большим количеством цилиндров? В своей книге «Иллюстрированная энциклопедия автомобилей мира» Дэвид Бергс Вайз утверждает, что единственным серийным автомобилем с 12-цилиндровым рядным двигателем была Согона, которая выпускалась во Франции в 1908 году [3]. Однако это не значит, что затея не прельщала иные компании – например, достоверно известно, что с подобным типом моторов экспериментировали в Packard. Ходовой экземпляр был построен в 1929 году, и Уоррен Паккард лично тестировал его на протяжении полугода... пока не погиб в авиакатастрофе. После его смерти роскошный кабриолет разобрали, а 150-сильный уникальный двигатель уничтожили.

Marmon Sixteen (1931-1933). 8 литров, 200 л. с., 540 Н·м. Всего две американские компании выпускали V16 для своих машин: Cadillac и Marmon. К сожалению, Marmon не пережил тяжелый экономический спад 30-х годов. По аналогии с Cadillac V-16, Marmon Sixteen также был люксовым автомобилем, оснащенным могучим 16-цилиндровым мотором. Разработка этого V16 началась в

1927 году, и предполагалось, что он станет первым в мире V16. Однако к 1931 году Marmon так и не успел его завершить, и Cadillac выпустил свой мотор первым.

На парижском автосалоне 1931 года, наряду с несколькими Buccioli TAV8 с восьмицилиндровым рядным мотором был представлен совершенно сумасшедший Buccioli Double Huit или TAV16.

Компания Alfa Romeo в 30-е годы экспериментировала с шестнадцатилиндровыми двигателями еще на автомобиле 6C Vimotore (первой Ferrari). Но там стоял не полноценный 16-ти цилиндровый двигатель, а два мотора, имеющие по 8 цилиндров (один с передней части машины, другой в задней части). Далее появляется концепт-кар Tipo 163. Несколько лет спустя компания Alfa Romeo выпустила еще один гоночный автомобиль Tipo 316 с 16-ти цилиндровым мотором.

Auto Union Type C (1936-1937). 6 литров, 485-520 л. с., 850 Н·м. Гоночные болиды Auto Union Grand Prix доказали свою состоятельность в период 1934-1939 гг. Их машины Type A, B и C использовали моторы V16 с механическим нагнетателем Roots. Наиболее интересен Type C, поскольку у него было целых два нагнетателя. Колеса могли сорваться в пробуксовку даже на скорости 160 км/ч, а максимальная скорость превышала 340 км/ч.

Необычные моторы brm v16, 1949 г. одним из таких двигателей был 1,5-литровый v-образный 16-цилиндровый двигатель с наддувом посредством двухступенчатого центробежного компрессора. угол развала цилиндров составлял 135 градусов. в картере двигателя на 10 опорных шейках размещался коленвал с радиусом кривошипа всего 24,13мм (ход поршня 48,26 мм или 1,9 дюйма). с поршнями диаметром 49,53мм (1,95 дюйма) объём одного цилиндра составлял 93 кубических сантиметра, а точный общий объём двигателя достигал 1487,76 куб. см. малый ход поршня обеспечивает относительно невысокие скорости движения поршня при работе двигателя на больших оборотах, а также умеренные потери на трение и нагрев в парах трения поршень-цилиндр и кольца-цилиндр. малый диаметр поршня, и, как следствие, малый размер шатуна и самого поршня, позволяют снизить инерционные нагрузки вращающихся и поступательно движущихся деталей.

Следует напомнить, что «на бумаге» в те годы существовало немало конструкций гоночных моторов с 18, 20 и даже 24 цилиндрами. Конфигурация таких моторов представлялась многорядной. Если у моторов, скажем, с W-образной схемой V-образные блоки сходятся под острым углом, то в X-образных двигателях они располагаются под углом 180 градусов. Таким образом, образуются четыре ряда поршней и цилиндров, формирующих букву X.

BRM H16 (1966-1967). 3 литра, 420 л. с. H-компоновка очень необычна для любого транспортного средства и особенно для автомобиля. И тем не менее, British Racing Motors однажды применили технологию размещения двух оппозитных моторов друг на друге и даже выступали с этим мотором в Формуле-1. Каков же был результат? Стыд и позор. BRM получили прозвище «горемыки», так как двигатель H16 был слишком тяжелым, слишком сложным и очень

ненадежным. Он не завоевывал ни поул-позиций, ни побед. С другой стороны, это была интересная идея с великолепным звучанием.

Двигатель Porsche - 16-цилиндровый оппозитный. Редчайший из редких! Он должен был обеспечивать энергией Porsche 917, который соревновался в серии без ограничений Can Am. Мощность играла ключевую роль на стыке 60-х и 70-х годов, и Porsche пошел по кратчайшему пути: из доступных 12 цилиндров сделать 16. Экспериментальный 16-цилиндровый двигатель имел объем 7,2 литра и должен был развивать по расчетам около 880 л.с. Испытательной лабораторией стало модифицированное шасси 917РА (шасси № 027), длина которого была увеличена на 27 см по сравнению с базовым вариантом для Can-Am. Испытания проводились в Целтвеге, в октябре 1969 года.

Всего было построено 3 двигателя: первый был изготовлен для стендовых испытаний, на которых удалось достичь 755 л.с. при 8200 об/мин, второй был использован для демонстраций прессе, а третий был установлен на испытательное шасси 917-027. В любом случае, плохая развесовка из-за высокой массы агрегата сводила практически на нет все преимущества перед главным заокеанским соперником – McLaren. Поэтому в угоду надежности и уменьшения веса, в Porsche, все-таки, выбрали для участия в Can-Am 12-цилиндровую версию двигателя с турбонаддувом. На стендовых испытаниях этого двигателя удалось достичь более 1500 л.с.!

Двигатель BMW 6.7 V16 Goldfish. – V-образный 16-цилиндровый, 32-клапанный двигатель объемом 6,7 литров с одним верхним распределительным валом (SOHC). Это прототип автомобильного поршневого двигателя созданного на основе M70 V12. Конструкция двигателя практически копирует литой алюминиевый блок и головку блока цилиндров с 2 клапанами на цилиндр M70 V12, но еще плюс к этому добавили 4 цилиндра. Характеристики двигателя BMW V16 Secret Seven: объем – 6651 см<sup>3</sup>; диаметр цилиндра/ход поршня, мм - 84,0/75,0; степень сжатия - 8,8; Мощность, л.с. (кВт)/мин<sup>-1</sup> - 408 (300) /5200; крутящий момент, Н·м/мин<sup>-1</sup> - 637/3900. Сухой вес двигателя 310 кг.

Cizeta Moroder V16T (1991-1995). 6 литров, 560 л. с., 540 Н·м. Как уже было сказано, многие V16 сделаны из более компактных слитых воедино моторов. У этой машины тоже такой двигатель. Донорами выступили два 3-литровых V8 от Lamborghini Urraco, соединенных единым коленвалом. Интересно, что мотор был расположен поперечно сразу позади водителя. Поэтому мы не можем назвать его V-образным в истинном смысле слова. Однако его 16 цилиндров исправно работают вместе.

Cadillac sixteen. показывая в детройте как прототип этот «кадиллак сикстин» 2003 года, один из руководителей gm сказал: «мы не намерены сидеть на вторых ролях». и сейчас, глядя на эту величественную, с двигателем длиной в 1,5 м, машину, понимаешь – никаких вторых ролей для cadillac быть просто не может. двигатель имеет рабочий объем 13,6 л. (это рекорд на сегодняшний день, ведь прежний рекордсмен - имеющий конфигурацию v-8 грандиозный мотор для автомобиля «cobra 780 cui limited edition» от weineck (германия) имеет рабочий объем «всего» 12,7 литра). здесь нет никакого наддува, и при степени сжатия в

10,6 это могучее сердце выдает 1014 л.с. и убедительный вращающий момент в 1355 н.м. по заявлениям мотористов gm, двигатель отличался потрясающей плавностью работы, низким уровнем шумов и вибраций и обладал большим ресурсом.

Фирма Rolls-Royce также разработала собственный 9,0-литровый двигатель V16. Роуэн Аткинсон говорит: «Я знал, что несколько лет назад Rolls-Royce разработала феноменальный 9-литровый двигатель V16 мощностью 600 л.с. Мы обратились в компанию, и ее представители любезно согласились установить для нас 9-литровый двигатель V16 в Rolls-Royce Phantom Coupe. Эта машина обладает удивительной мощностью. Она прекрасно справилась со своей задачей, чему способствовал отличный двигатель...». Первоначально была высказана идея – объединить (состыковать продольно) два блока V-10 от «эмки» пятой серии (напомним, Rolls-Royce принадлежит компании BMW) и получить уникальный V-20 с объемом 10 литров мощностью 1000 л.с. и моментом более 1000 Н·м, достижимым, правда, на высоких частотах вращения коленвала, ведь безнаддувный спортивный двигатель автомобиля BMW M5 того поколения - мотор крутильный и «снизу» не тянет. Однако от нее отказались как от идеи, противоречащей принципам и традициям компании – двигатель для Rolls-Royce по определению должен быть тихоходным и низкофорсированным.

Devel Sixteen (с 2013 года). 12,3 литра, четыре турбонагнетателя, 4 515 л. с., 4 770 Н·м. Двигатель гиперкара Devel Sixteen мегаспецифичен. Многие его компоненты заимствованы у моторов LS, а оставшиеся выполнены на заказ. Этот V16 появился не просто в результате установки двух LS друг за другом. Коленвал изготовлен из цельной стальной заготовки и имеет длину 1,2 метра. На его разработку ушло 8 месяцев. Расчетная максимальная мощность этого мотора переваливает за 5 000 л. с., но это еще не подтверждено. Пока задокументировано «только» 4 515 л. с. Больших показателей не удалось добиться из-за лимитов динамометрического стенда.

Ну и наконец, напоследок - 18 цилиндров. Единственный автомобиль, который мы смогли найти с 18 цилиндровым мотором, это прототип Bugatti EB118. Двигатель этого автомобиля был построен по W-образной схеме и развивал «все» 555 л.с.

Вывод. Как видим, не смотря на то, что наметилась тенденция к оптимизации числа цилиндров с позиций повышения КПД кривошипно-шатунного механизма, некоторые производители люксовых автомобилей и гиперкаров все же возвращаются к «шикарным и престижным» многоцилиндровым конструкциям. Какая тенденция победит, и какие конфигурации автомобильных двигателей получат распространение в ближайшее время (если, конечно, не перейдем на электротягу, как пророчат некоторые специалисты) – покажет само время.

#### Список литературы

1. К.Н. Edler W. Roediger Die deutsghen Renn-Fahrzeuge (Technische Entwicklung der

letzten 20 Jahre). - Leipzig: Fachbuchverlag, 1956. – S. 267.

2. «Exhibits Detroit Auto Show». – Automotive Industries. – 1989, №2. - p. 10 – 11.

3. Burgess Wise, David. The Illustrated Encyclopedia of Automobiles. – New Burlington Books, 1979. – 352 p.

4. <https://sdelanounas.ru/blogs/83075/>

5. <http://www.dragtimes.ru/blogs/view/179>

6. <http://all-test-drives.com/2320-devel-sixteen-5000-silnyyblizhnevostochnyy-monstr.html>

7. <http://promirauto.com/obzor-cadillac-sixteen>

8. <http://unique-autos.ru/blog/prototypes/109.html>

9. <http://smotra.ru/users/samael/blog/117283/>

10. <https://www.drive2.ru/b/105806>

11. [https://ru.wikipedia.org/wiki/Bugatti\\_Veyron](https://ru.wikipedia.org/wiki/Bugatti_Veyron)

12. <https://www.bimmerfest.ru/dvigatel-bmw-v16-goldfish/>

© Быков В.С., Абрахов И.Г., Сипко В.В., Фирсов Ю.П., 2019

УДК 621.436

**Быков В.С.**

профессор, доктор технических наук,  
профессор автомобильно-транспортного  
института (г. Воронеж)

**Мошуров В.И.**

Начальник кафедры №5 Воронежского  
института правительственной связи,  
филиал академии федеральной службы  
охраны Российской Федерации

**Кутищев Д.С.**

кандидат технических наук, доцент,  
заведующий кафедры технических  
дисциплин автомобильно-  
транспортного института (г. Воронеж)

**Сипко В.В.**

кандидат технических наук, доцент,  
заведующий кафедрой эксплуатации  
транспортных средств автомобильно-  
транспортного института (г. Воронеж)

**Бордычев В.Р.**

студент автомобильно-транспортного  
института (г. Воронеж)

Bykov V.S.

professor, doctor of technical sciences,  
professor of automobile transport institute  
(Voronezh)

Moshurov V.I.

Head of the Department №5 of the  
Voronezh Institute of Government  
Communications, branch of the Academy  
of the Federal Security Service of the  
Russian Federation

Kutishev D.S.

candidate of technical sciences, associate  
professor, head of the department of  
technical disciplines of the automobile  
and transport institute (Voronezh)

Sipko V.V.

candidate of technical sciences, associate  
professor, head of the department of  
vehicle operation of the automobile and  
transport institute (Voronezh)

Bordychev V.R.

student of the automobile transport  
institute (Voronezh)

## АВТОМОБИЛЬНЫЕ ДВИГАТЕЛИ С ПЕРЕМЕННОЙ СТЕПЕНЬЮ СЖАТИЯ

CAR MOTORS WITH VARIABLE DEGREE OF COMPRESSION

Ключевые слова: двигатель, поршень, ход поршня, степень сжатия, мощность, вращающий момент.

Аннотация: Оценены возможности применения автомобильных двигателей с искровым зажиганием и переменной степенью сжатия различной конструкции.

Key words: engine, piston, piston stroke, compression ratio, power, torque.

Abstract: The possibilities of using spark ignition engines with variable compression ratios of various designs are evaluated.

Степень сжатия двигателя, как известно, оказывает непосредственное влияние на удельные показатели его работы [1]. Степень сжатия двигателя внутреннего сгорания тесно связана с КПД. В бензиновых двигателях степень сжатия ограничивается областью детонационного сгорания.

Эти ограничения имеют особое значение для работы двигателя на полных нагрузках, в то время как на частичных нагрузках высокая степень сжатия не вызывает опасности детонации. Для увеличения мощности двигателя и повышения экономичности желательно снижать степень сжатия, однако если степень сжатия будет малой для всех диапазонов работы двигателя, это приведет к снижению мощности и увеличению расхода топлива на частичных нагрузках [1].

При этом значения степени сжатия, как правило, выбираются намного ниже тех величин, при которых достигаются наиболее экономичные показатели работы двигателей. Заведомо ухудшая экономичность двигателей, это особенно сильно проявляется при работе на частичных нагрузках.

Между тем, снижение наполнения цилиндров горючей смесью, увеличение относительного количества остаточных газов, уменьшение температуры деталей и т.п. создают возможности для повышения степени сжатия при частичных нагрузках с целью повышения экономичности двигателя и увеличения его мощности. Чтобы решить такую компромиссную задачу, разрабатываются варианты двигателей с изменяющейся степенью сжатия.

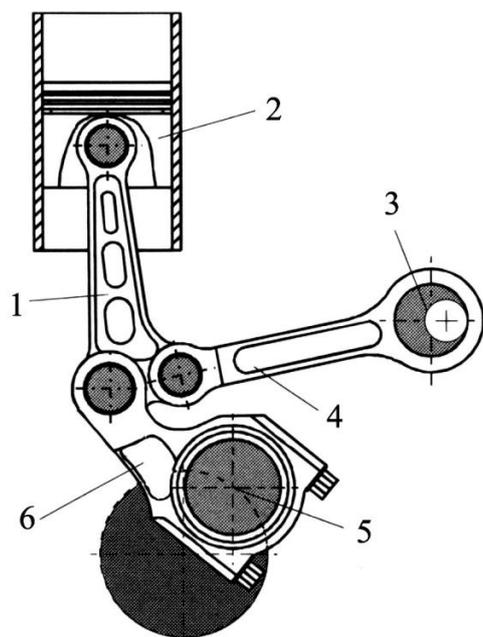
Повсеместное применение в конструкциях двигателей систем наддува сделало направление этой работы еще более актуальным. Дело в том, что при наддуве значительно увеличиваются механические и тепловые нагрузки на детали двигателя, в связи с чем их приходится усиливать, повышая массу всего двигателя в целом.

При этом, как правило, срок службы деталей, работающих при более нагруженном режиме, сокращается, а надежность двигателя снижается. В случае перехода на переменную степень сжатия рабочий процесс в двигателе при наддуве можно организовать так, что за счет соответствующего снижения степени сжатия при любых давлениях наддува максимальные давления рабочего цикла (т.е. эффективность работы) будут оставаться неизменными или будут изменяться незначительно.

При этом, несмотря на увеличение полезной работы за цикл, а, следовательно, и мощности двигателя, максимальные нагрузки на его детали могут не увеличиваться, что позволяет форсировать двигатели без внедрения изменений в их конструкцию.

Очень существенным для нормального протекания процесса сгорания в двигателе с изменяющейся степенью сжатия является правильный выбор формы камеры сгорания, обеспечивающей наиболее короткий путь распространения пламени.

Один из наиболее распространенных вариантов двигателя с изменяющейся степенью сжатия показан на рис. 1. [2].



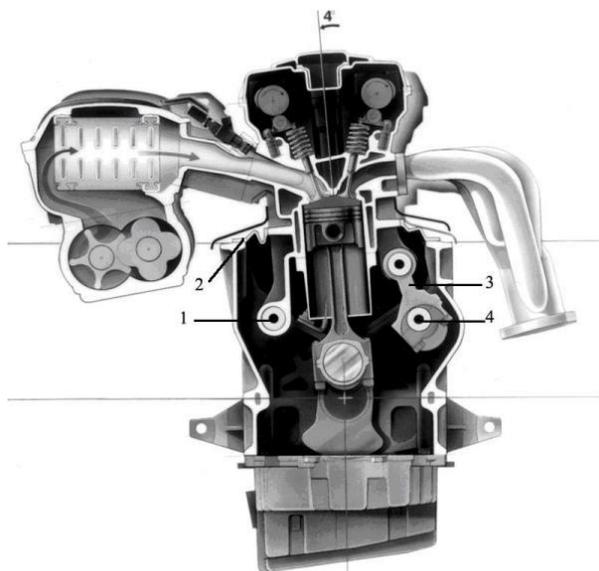
1 – шатун; 2 – поршень; 3 – эксцентрик вал; 4 – дополнительный шатун; 5 – шатунная шейка коленчатого вала; 6 – коромысло  
Рисунок 1 – Схема двигателя с изменяющейся степенью сжатия

Изменение фронта распространения пламени должно быть очень оперативным, чтобы учитывать различные режимы работы двигателя при эксплуатации автомобиля. Учитывая применение дополнительных деталей в кривошипно-шатунном механизме, необходимо также разрабатывать системы с малым коэффициентом трения, чтобы не потерять преимуществ при применении изменяющейся степени сжатия.

На частичных нагрузках дополнительный шатун 4 занимает крайнее нижнее положение и поднимает зону рабочего хода поршня. Степень сжатия при этом максимальна. При высоких нагрузках эксцентрик на валу 3 поднимает ось верхней головки дополнительного шатуна 4. При этом увеличивается зазор над поршнем и уменьшается степень сжатия.

В 2000 году в Женеве был представлен экспериментальный бензиновый двигатель фирмы SAAB с изменяемой степенью сжатия [3]. Его уникальные особенности позволяют достигать мощности в 225 л.с. при рабочем объеме в 1,6 литра и сохранять расход топлива, сравнимого с вдвое меньшим двигателем. Возможность бесступенчатого изменения рабочего объема позволяет двигателю работать на бензине, дизельном топливе или на спирте. Цилиндры двигателя и головка блока выполнены как моноблок, т. е. единым блоком, а не отдельно как у обычных двигателей.

Отдельный блок представляет собой также блок-картер и шатунно-поршневая группа. Моноблок может перемещаться в блок-картере. Левая сторона моноблока при этом опирается на расположенную в блоке ось 1, служащую шарниром, правая сторона может приподниматься или опускаться при помощи шатуна 3, управляемого эксцентриковым валом 4. Для герметизации моноблока и блок-картера предусмотрен гофрированный резиновый чехол 2.



1 – ось; 2 – резиновый чехол; 3 – шатун; 4 – эксцентриковый вал  
Рисунок 2 – Двигатель с изменяющейся степенью сжатия SAAB

Степень сжатия изменяется при наклоне моноблока относительно блок-картера посредством гидропривода при неизменном ходе поршня. Отклонение моноблока от вертикали приводит к увеличению объема камеры сгорания, что вызывает снижение степени сжатия. При уменьшении угла наклона степень сжатия повышается. Максимальная величина отклонения моноблока от вертикальной оси – 4%.

На минимальной частоте вращения коленчатого вала и сбросе подачи топлива, а также при малых нагрузках, моноблок занимает самое нижнее положение, в котором объем камеры сгорания минимален (степень сжатия – 14). Система наддува отключается, и воздух поступает в двигатель напрямую. Под нагрузкой, за счет поворота эксцентрикового вала, шатун отклоняет моноблок в сторону, и объем камеры сгорания увеличивается (степень сжатия – 8). При этом сцепление подключает нагнетатель, и воздух начинает поступать в двигатель под избыточным давлением. Оптимальная степень сжатия рассчитывается блоком управления электронной системы с учетом частоты вращения коленчатого вала, степени нагрузки, вида топлива и других параметров.

В связи с необходимостью быстрого реагирования на изменение степени сжатия в данном двигателе пришлось отказаться от турбокомпрессора в пользу механического наддува с промежуточным охлаждением воздуха с максимальным давлением наддува  $2,8 \text{ кгс/см}^2$ .

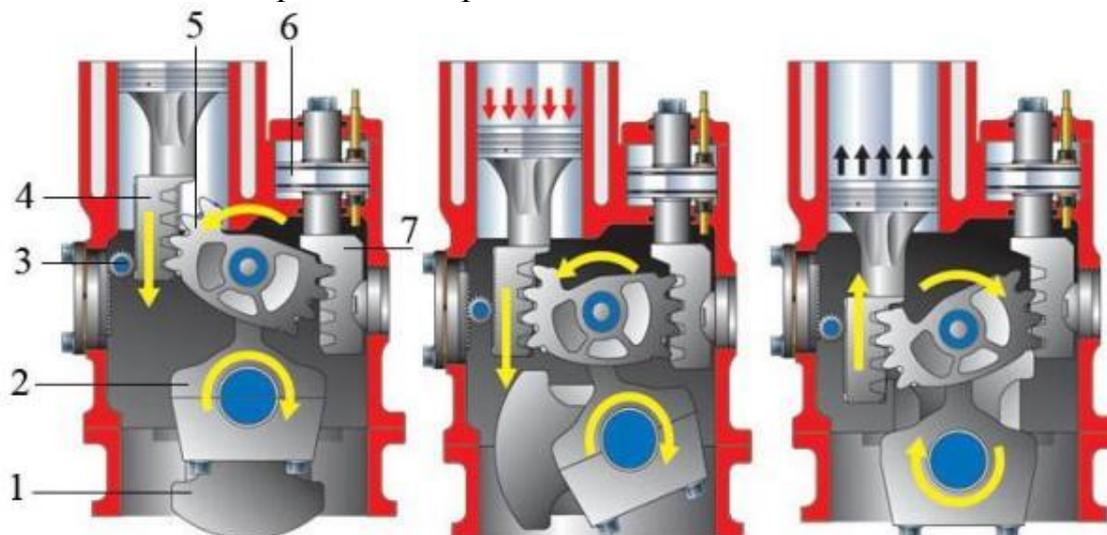
Расход топлива для разработанного двигателя на 30% меньше, чем у

обычного двигателя такого же объема, а показатели по токсичности отработавших газов соответствуют действующим нормам.

Французская фирма MCE-5 Development, разработала для концерна «Пежо-Ситроен», двигатель с изменяемой степенью сжатия VCR (Variable Compression Ratio). В этом решении применена оригинальная кинематика кривошипно-шатунного механизма (рис. 3).

В данной конструкции передача движения от шатуна на поршни осуществляется через двойной зубчатый сектор 5. С правой стороны двигателя расположена опорная зубчатая рейка 7, на которую опирается сектор 5. Такое зацепление обеспечивает строго возвратно-поступательное движение поршня цилиндра, который соединен с зубчатой рейкой 4. Рейка 7 соединена с поршнем 6 управляющего гидроцилиндра. В зависимости от режима работы двигателя по сигналу блока управления двигателем изменяется положение поршня 6 управляющего цилиндра, связанного с рейкой 7. Смещение рейки управления 7 вверх или вниз изменяет положение ВМТ и НМТ поршня двигателя, а вместе с ними и степени сжатия от 7:1 до 20:1 за 0,1 с. В случае необходимости имеется возможность изменения степени сжатия для каждого цилиндра в отдельности.

Как показывает анализ представленного материала, имеются определенные перспективы применения двигателей с возможностью изменения степени сжатия. Насколько данные перспективы осуществимы на практике, покажет время. Трудности внедрения данных конструктивных изменений ДВС связаны, в первую очередь, с усложнением и удорожанием их конструкций, с необходимостью внесения изменений в процесс их производства.



1 – коленчатый вал; 2 – шатун; 3 – зубчатый опорный ролик; 4 – зубчатая рейка поршня; 5 – зубчатый сектор; 6 – поршень управляющего цилиндра; 7 – опорная зубчатая рейка управления

Рисунок 3 – Двигатель с изменяемой степенью сжатия VCR

#### Список литературы

1. Хуциев А. И. Двигатели внутреннего сгорания с регулируемым процессом сжатия. – М.: Машиностроение, 1986. – 180 с.

2. <http://www.abs-magazine.ru/article/stepenj-svobodj>
3. <http://ustroistvo-avtomobilya.ru/dvigatel/sistemy-izmeneniya-stepeni-szhatiya-dvigatelya/>

© Быков В.С., Мошуров В.И., Кутищев Д.С., Сипко В.В., Бордычев В.Р., 2019

УДК 629.3

**Быков В.С.**

профессор, доктор технических наук,  
профессор автомобильно-транспортного  
института (г. Воронеж)

**Кутищев Д.С.**

кандидат технических наук, доцент,  
заведующий кафедры технических  
дисциплин автомобильно-  
транспортного института (г. Воронеж)

**Сипко В.В.**

кандидат технических наук, доцент,  
заведующий кафедрой эксплуатации  
транспортных средств автомобильно-  
транспортного института (г. Воронеж)

**Велигурина Д.С.**

курсантка Воронежского института  
правительственной связи, филиал  
академии федеральной службы охраны  
Российской Федерации

Bykov V.S.

professor, doctor of technical sciences,  
professor of automobile transport institute  
(Voronezh)

Kutishev D.S.

candidate of technical sciences, associate  
professor, head of the department of  
technical disciplines of the automobile  
and transport institute (Voronezh)

Sipko V.V.

candidate of technical sciences, associate  
professor, head of the department of  
vehicle operation of the automobile and  
transport institute (Voronezh)

Veligurina D.S.

cadet of the Voronezh Institute of  
Government Communications, branch of  
the Academy of Federal Security Service  
of the Russian Federation

## ИСТОРИЯ ЭЛЕКТРОМОБИЛЯ В СССР

## HISTORY OF ELECTRIC CAR IN THE USSR

Ключевые слова: электромобиль, электродвигатель, автотранспорт.

Аннотация: Прослежено развитие электрических автомобилей в Советском Союзе.

Key words: electric car, electric motor, motor transport .

Abstract: Traced the development of electric cars in the Soviet Union

Анализ работ по созданию электромобилей в мире, в России и в СССР, начиная с его зарождения и до сегодняшних дней показывает, что можно выделить пять периодов развития электромобилей [1,2]:

- Первый - зарождение (1837-1895 гг.).
- Второй - интенсивное развитие и конкуренция (1896-1930 гг.).
- Третий - локальное использование (1931 - 1960 гг.).
- Четвертый - широкое проведение опытно-конструкторских работ и выпуск большого количества опытных образцов и малых серий электромобилей (1961-1982 гг.).

- Пятый - спад работ – неудачи, вызванные несовершенством источников электроэнергии (1982- до распада СССР).

Первая мировая война и революционные события в России в начале 20 века надолго приостановили развитие электротранспорта в Советской России. Однако, как только положение в стране стабилизировалось, экономика встала на ноги, вспомнили о почти забытом транспорте. В эти годы и в нашей стране начали проводиться работы по созданию экспериментальных образцов электромобилей.

В 1935 году на базе автомобиля ГАЗ-А был построен первый советский электромобиль. В тот же период в лаборатории электрической тяги Московского энергетического института (МЭИ) под руководством профессора В. Резенфорда и инженера Ю.Галкина был создан двухтонный электромобиль на базе автомобиля ЗИС-5. Это был аккумуляторный мусоровоз на переделанном шасси ЗИС-5. Позади кабины на грузовой платформе размещались в деревянных ящиках 40 аккумуляторов суммарной емкостью 168 А-ч и общей массой 1400 кг. Они питали энергией размещенный под кабиной водителя электродвигатель с последовательным возбуждением. Он развивал мощность 13 кВт при 930 об/мин. Для регулирования скорости движения служил управляемый педалью контроллер, который обеспечивал семь режимов. В снаряженном состоянии электромобиль ЛЭТ, построенный в 1935 г., имел массу около 4200 кг, перевозил два контейнера с мусором массой 1800 кг. Наибольшая скорость - 24 км/ч, запас хода - 40 км.



Рисунок 1 – Мусоровоз ЛЭТ 1935 г.

Также интерес представляет четырехместный легковой электромобиль, построенный в 1935 г. в Киеве группой специалистов автоотдела республиканского Главдортранса. Машина имела алюминиевые трубчатую раму и кузов. Все колеса были подвешены независимо на пневмобаллонах (новинка для середины 30-х гг.!). Источником энергии служили семь аккумуляторных батарей общей емкостью 112 А-ч, которые питали два электромотора мощностью 3 кВт

каждый. Эти двигатели приводили каждый по одному колесу и позволяли отказаться от дифференциала. Такая схема спустя десять с лишним лет возродилась в отечественном сочлененном троллейбусе ТС-2, который выпускался малыми партиями.

Очень оригинальной, полной технологических новшеств была одна из первых послевоенных моделей автобусов – ЗИС-154, выпускавшийся с 1947 по 1950 год. Корпус без привычного пассажирам капота, необычной для тех времен формы, большой салон (34 сидения). Его кузов выполнялся не из дерева, и даже не из жести, а из алюминия – что было для тех времен настоящей сенсацией.



Рисунок 2 – Автобус ЗИС-154

Кроме того, он оснащался дизель-электрической силовой установкой (110 л.с.), которая обеспечивала высокую плавность хода. 110-сильный дизель ЯАЗ-204Д был спарен с генератором постоянного тока (это агрегат размещался под задним пятиместным сиденьем). Тяговый электродвигатель, расположенный под полом кузова, через карданный вал передавал крутящий момент заднему ведущему мосту.

Для изменения направления служил электрический переключатель хода, а величина тягового усилия на ведущих колесах устанавливалась автоматически, без вмешательства водителя. Пассажиры удивило поначалу и то, что автобус двигался без привычных рывков и захлебывания двигателя, точно плыл над дорогой. Их было выпущено более 1000 штук.

В 1948 г. в НАМИ были разработаны и изготовлены электромобили грузоподъемностью 0,5т (НАМИ-750) и 1,5т (НАМИ-751), четыре образца которых использовались для перевозки почты в Москве. Затем 10 опытных образцов этих электромобилей, изготовленных Львовским автобусным заводом, эксплуатировались в период с 1952 до 1958 гг. в Ленинграде; они также в основном использовались для перевозки почтовых грузов.

Работы по выпуску этих машин на заводе возглавлял один из авторов проекта - сотрудник НАМИ А.С.Резников. В конструкции электромобилей НАМИ было применено много нестандартных решений: например, рама в виде пространственной фермы, каркас кузова из алюминиевых профилей.

Для погрузки-выгрузки почты служили два боковых подъемных люка с правой стороны (в открытом положении они вдвигались под крышу) и дополнительная задняя дверь у НАМИ-751. Привод колёс осуществлялся от двух электродвигателей через колёсные редукторы (по одному на колесо без дифференциала). Мощность двигателей - 2х2,85кВт (НАМИ-750) и 2х4,0кВт (НАМИ-751).

Источником питания на Львовских машинах служили железоникелевые батареи (на электромобилях НАМИ использовались обычные - свинцовые). Запас хода составлял 55-70 км, а наибольшая скорость - 30-36 км/ч.

Однако, как это ни парадоксально, в последующие годы транспортные средства с тяговым электрическим приводом в очередной раз не выдержали конкуренции с машинами, использующими двигатель внутреннего сгорания.

В 70-е годы силами различных организаций проводилось много экспериментов в области электромобилей. К экспериментам подключился довольно широкий круг организаций. В их числе НИИ автомобильного транспорта (НИИАТ), Всесоюзный НИИ электромеханики (ВНИИЭМ), Всесоюзный НИИ электротранспорта (ВНИИЭТ), а также автомобильные заводы ВАЗ, ЕрАЗ, РАФ и УАЗ. Дорожные испытания партии электромобилей НИИАТ - А.925.01 с системой питания на постоянном токе проходили в 1975 году в Подольске. Годом раньше пять электромобилей У-131 на базе УАЗ-451 ДМ поступили в опытную эксплуатацию на автокомбинат № 34 в Москве.



Рисунок 3 – У-131 на базе УАЗ-451

Эти машины – результат совместных усилий НИИ Главмосавтотранса и ВНИИЭМ Минэлектротехпрома. Они работали на переменном токе с асинхронными двигателями.

Два института - ВНИИЭТ и ВНИИЭМ - тоже изготовили опытные электромобили, в том числе один – с гибридной силовой установкой (электромотор и бензиновый двигатель). Все исследования этих НИИ и других организаций не решили кардинальной проблемы – создания более легкого и емкого, чем свинцово-кислотный, аккумулятора.

В период с 1980-1985 годы было выпущено 65 штук электромобилей УАЗ-3801. Полезная грузоподъемность до 800 кг. Масса аккумуляторов 680кг. Полная масса 2750кг. Одной зарядки хватало на 48-50 км пробега, а бортовое зарядное

устройство всего за час заряжало АКБ почти на 70%. После установки системы рекуперации (при торможении заряжалась батарея) пробег возрос до 70-75 км. Для зимы установили бензиновый отопитель от «Запорожца».

В октябре 1978 года главный конструктор Кузнецов демонстрировал разработку на всемирной выставке электромобилей в Филадельфии. Наша машина была единственной, работавшей на переменном токе. Сейчас предпочтение отдается именно переменному току.

В 1976 году на Елгавском автозаводе изготовлена партия микроэлектробусов РАФ-2203. Эти электромобили снабжены двигателями мощностью 23 кВт, вмещают девять человек (включая водителя) и развивают до 60 км/ч. Аккумуляторные батареи (их общая масса 630 кг) обеспечивают запас хода около 70 километров. Позднее во время олимпиады 1980 года в Москве некоторые судейские автомобили были переделаны в электромобили, оснащенные солнечной панелью.

Первым легковым электромобилем (если не считать уже упоминавшийся автомобиль 30-х годов) в СССР был украинский. В 1973 г. в Запорожском ЗМИ под руководством ассистента кафедры электрических машин В. Б. Павлова, на базе ЗАЗ-968 был создан опытный электромобиль. Эта машина уже тогда имела новинку: импульсный полупроводниковый преобразователь. В 1974 г. этот ЭМ на ВДНХ СССР получил бронзовую медаль, а электроника его управления – серебряную!



Рисунок 4 – ЗАЗ-968

Что касается ВАЗа, то его опыты охватывали как конвертируемый в электромобиль серийный ВАЗ-2102 грузоподъемностью 0,2 тонны, так и совершенно новую машину ВАЗ-1801. Испытывались грузовые ВАЗ-2301 и ВАЗ-2313.

В 1979-80 годах АвтоВаз работал над электромобилем ВАЗ-2802 в грузовом варианте. С целью облегчения кабину сделали одноместной, раму и навесные детали из алюминия. Сварку вели методом точечной сварки. Дизайн Александра Дегтярёва. Вес машины 1140 кг, полезный груз 500 кг. Было изготовлено два экземпляра для опробования компоновочных решений. Определилась проблема с развесовкой мостов. Передний был перегружен.

Следующую модель ВАЗ-2702 (с 1982 года) делали также из алюминия АЛ1915 Самарского металлургического завода. Но помня неудачный опыт с рамой предыдущего электромобиля, теперь его сделали хребтовой конструкции. Раму изготовили в ТолПИ. Автором дизайна стал Геннадий Грабора. 120-вольтовые АКБ разместили в двух отсеках в средней части машины, в контейнерах. Для этих контейнеров разработали оригинальную роликовую систему выдвигания с наружными фиксаторами для удобства смены. Был предусмотрен и автономный отопитель – тот же пятилитровый бытовой баллон, что и на ВАЗ 2802-01.

Этот электромобиль был первым отечественным, прошедшим краш-тест. Электромобиль был практически доведен до стадии промышленного образца, но тут начались сложные "перестроечные" годы. На многие годы работы с электромобилем прекратились. В середине 90-х годов небольшими партиями выпускалась конвертированная "ОКА" ВАЗ-1111Э. Но комплектование устаревшим электродвигателем ПТ-125 и устаревшими батареями НЦ привело к прекращению производства.

Существовала версия ВАЗ-2109Э. Характеристики были неплохие. Например, у ВАЗ-1111Э (2+2 чел., багажник вместимостью 900 дм<sup>3</sup>) запас хода при скорости 40 км/ч – 130 км, в городском режиме – 100 км; максимальная скорость – 90 км/ч; время разгона до скорости 30 км/ч – 4 с, а до 60 км/ч – 14 с; максимальный преодолеваемый подъем – 30 %. Все перечисленные показатели обеспечивает электродвигатель постоянного тока с независимым возбуждением, развивающий мощность до 25 кВт и максимальный крутящий момент до 108 Н • м (11 кгс • м). Диапазон частот вращения его вала – 2200–6700 мин<sup>-1</sup>. Работает он от никель-кадмиевой аккумуляторной батареи, запас энергии которой составляет 12 кВт • ч, масса – 315 кг. Система управления силовым приводом – тиристорная.

Упомянувшимся выше ГНПП "КВАНТ" в конце 80-х выполнялись работы по малогабаритному транспорту - миниэлектромобилю с солнечными батареями и накопителями электроэнергии для курортных зон и парковых территорий. Количество миниэлектромобилей - 3 шт. Общее число пассажирских мест - 4-5. Скорость движения максимальная - 20 км/ч. Годы создания и эксплуатации - 1987-1990 гг.



Рисунок 5 – Курортный электромобиль

Следует заметить, что в технически развитых странах мира глубокую заинтересованность в успешном решении проблем создания конкурентоспособных

электромобилей проявляют не только автомобилестроители, но и экономисты, и государственные деятели, а также специалисты самых различных отраслей промышленности. Крупнейшие автомобилестроительные фирмы мира объявили об открытии программ по разработке электрического пассажирского городского транспорта. При этом сроки выполнения всех этих программ конкретные и весьма недалекие, а некоторые модели, разработанные в этой связи, уже вышли на улицы мегаполисов разных уголков Земли. Увы, не у нас.

#### Список литературы

1. <http://vikond65.livejournal.com/386862.html>
2. <http://5koleso.ru/ratings/7-sovetskih-elektromobiley>

© Быков В.С., Кутищев Д.С., Сипко В.В., Велигурина Д.С., 2019

УДК 629.3

**Быков В.С.**

профессор, доктор технических наук,  
профессор автомобильно-транспортного  
института (г. Воронеж)

**Попов И.Г.**

преподаватель Воронежского института  
правительственной связи, филиал  
академии федеральной службы охраны  
Российской Федерации

**Кутищев Д.С.**

кандидат технических наук, доцент,  
заведующий кафедры технических  
дисциплин автомобильно-  
транспортного института (г. Воронеж)

**Сипко В.В.**

кандидат технических наук, доцент,  
заведующий кафедрой эксплуатации  
транспортных средств автомобильно-  
транспортного института (г. Воронеж)

**Кутырев В.С.**

студент автомобильно-транспортного  
института (г. Воронеж)

Bykov V.S.

professor, doctor of technical sciences,  
professor of automobile transport institute  
(Voronezh)

Popov I.G.

Lecturer at the Voronezh Institute of  
Government Communications, branch of  
the Academy of the Federal Security  
Service of the Russian Federation

Kutishev D.S.

candidate of technical sciences, associate  
professor, head of the department of  
technical disciplines of the automobile  
and transport institute (Voronezh)

Sipko V.V.

candidate of technical sciences, associate  
professor, head of the department of  
vehicle operation of the automobile and  
transport institute (Voronezh)

Kutyrev V.S.

student of the automobile transport  
institute (Voronezh)

## ПРОБЛЕМЫ ЭКСПЛУАТАЦИИ ДЛИННОМЕРНЫХ АВТОПОЕЗДОВ В РОССИИ И В МИРЕ

PROBLEMS OF OPERATING LONG-DIMENSIONAL TRAIN TRAINS IN  
RUSSIA AND IN THE WORLD

Ключевые слова: автопоезд, грузоподъемность, производительность, скорость, обгон, габаритные размеры, безопасность, инфраструктура

Аннотация: проанализированы проблемы, возникающие при эксплуатации длинномерных автопоездов в условиях России и в мировой практике. Намечены пути решения указанных проблем.

Key words: road train, load capacity, performance, speed, overtaking, overall dimensions, safety, infrastructure.

Abstract: the problems arising during the operation of long-haul road trains in Russia and in world practice are analyzed. Outlined ways to solve these problems.

Как известно, применение длинномерных транспортных средств (в частности, автопоездов с прицепами и полуприцепами) для перевозки грузов имеет ряд преимуществ по сравнению с обычными грузовыми автомобилями. Сюда необходимо отнести большую грузоподъемность единичного транспортного средства, снижение удельного расхода топлива на 1 т·км, уменьшение всех видов затрат на перевозку единицы массы груза на 1 км и т.д.[1]. Но наряду с указанными положительными моментами, обусловившими широкое распространение данного вида транспортных средств, эксплуатация длинномерной техники влечет за собой ряд проблем, которые преодолеваются по-разному в разных странах. Задача нашей реферативной работы – проанализировать содержание публикаций по данной теме и наметить возможные пути решения вскрытых проблем.

Как показывает анализ публикаций по теме, эксплуатация длинномерных составных транспортных средств влечет за собой возникновение ряда негативных моментов. Сюда относят проблемы габаритных размеров (длины и ширины), массы, скоростного режима, обгона и т.п.

В странах Евросоюза на основании директивы 96/53/ЕС и ее последующих разработок действуют универсальные ограничения на длину седельного автопоезда (тягач + полуприцеп) - 16.5 м, а также на габариты полуприцепа - 12 м от оси седельного сцепного устройства (ССУ) до задней части и не более 2.04 м до любой точки передней части. Исходя из этого, сформировались "евростандарты" полуприцепа - длиной около 13.6 м с трехосной тележкой, и седельного тягача - двухосного, с колесной формулой 4х2. Трехосные же модели с формулой 6х4 используются, как правило, в качестве шасси для самосвальной, строительной и специальной техники.

В США с 1982 года действуют только ограничения на длину обычных полуприцепов, устанавливаемые в индивидуальном порядке штатами, причем федеральный закон лишь запрещает делать это ограничение менее 48' (§658.13 FMCSA Regulations). Почти в половине штатов за лимит принята именно минимальная величина, а максимальная на сегодня - оклахомские 59'6" (~18.1 м). Так сформировался американский "стандарт" - полуприцеп длиной 48' (~14.6 м) с двухосной тележкой и сколь угодно длинный тягач капотной компоновки с колесной формулой 6х4 и большим спальным отсеком ("трак"). Бескапотные модели были когда-то достаточно распространены, но постепенно ушли с

внутреннего рынка.

В России до введения регламента лимитировалась только общая длина автопоезда - 20 м. В эту величину укладываются самые различные комбинации: евро-тягач + евро-полуприцеп (16.5 м), евро-тягач + американский полуприцеп (~18 м), трак + евро-полуприцеп (18-20 м, в зависимости от длины тягача), трак + американский полуприцеп (от 20 м, в зависимости от длины тягача). Кроме того, явочным порядком в эксплуатацию были запущены полуприцепы длиной более 16 м, укладываемые в габарит только с бескапотным тягачом. Еще в 1999 году существовал приказ ФДС №56 относительно максимальных масс и габаритов транспортных средств, эксплуатируемых на автомобильных дорогах общего пользования, лимитирующий максимальные размеры ТС с позиций их маневренных свойств.

С апреля 2000 г. для Российской Федерации действовало также "Соглашение о массах и габаритах транспортных средств, осуществляющих межгосударственные перевозки по автомобильным дорогам государств - участников Содружества Независимых Государств", лояльное к длинным автопоездам, но не к длинным полуприцепам.

В 2007 году начал действовать ГОСТ Р52389-2005 «Транспортные средства колесные. Массы и размеры. Технические требования и методы испытаний», отсылавший по конкретным значениям к вышеупомянутому "Соглашению". Таким образом, большинство заявленных в ТР габаритных ограничений были продекларированы еще более десяти тому назад. Беда в том, что привыкнув традиционно опираться на лазейки в законодательстве, продавцы негабаритной техники не упоминали, а покупатели - не следили за состоянием правового поля даже вокруг собственного бизнеса.

Местные эксплуатанты нередко апеллировали к некоему "скандинавскому опыту" - дескать, ведь в Швеции и Финляндии разрешена эксплуатация автопоездов длиной до 25.25 м. Но, во-первых, такую длину могут иметь только модульные сцепки в составе тягача или "одиночки", полуприцепа и прицепа (варианты показаны на иллюстрации ниже), причем сугубо стандартных общеевропейских размеров. Во-вторых, длина седельного поезда в Швеции ограничена 24 м, в Финляндии - обычными 16.5 м. И многие забывают, от потребностей какой именно промышленности ведут свое происхождение шведские нормативы, как учитывались эти потребности при дорожном строительстве и создании автомобилей. Тогда как в Россию негабаритный транспорт массово устремился лишь несколько лет назад, причем на уже сформировавшуюся дорожную и хозяйственную инфраструктуру, созданную советской эпохой под тогдашний баланс железнодорожных, водных и автомобильных перевозок и тогдашние массогабаритные ограничения. Ну и наконец - в Швеции не самые благоприятные климатические условия, отсутствуют ограничения по длине, имеются два собственных крупнейших грузовых автопроизводителя (один из которых более чем известен своими траками на североамериканском рынке) - однако никакого засилья капотных тягачей на шведских дорогах не наблюдается.

Уже сегодня владельцы и водители значительного количества траков американского производства могут быть привлечены к ответственности по статье КоАП 12.21-1 "Нарушение правил перевозки крупногабаритных и тяжеловесных грузов". Дело в том, что построенные с учетом американских ограничений по ширине транспортного средства (102" - §658.15 FMCSA Regulations) тягачи имеют ширину по подножкам (подчеркнем - "неубирающимся") 2570-2590 мм, кроме того, за габарит 2550 мм могут выходить и разнообразные элементы обвеса - например, обтекатели баков, что противоречит ПДД (габаритная ширина ТС не должна превышать 2,55 м).

Вопрос предельных масс и осевых нагрузок в условиях России очень сложен и многогранен. Причем же здесь траки? Сами траки – непричем, но именно их массовый ввоз позволил отечественным перевозчикам поставить дело разрушения наших дорог на широкую ногу. Например, таскать самосвальный полуприцеп с 30, 40 или 50-кубовым кузовом под силу не каждому тягачу: с отечественными дела обстоят понятным образом, европейские 6х4 с подходящими силовыми агрегатами стоят немало даже в подержанном виде, зато американские в самый раз - достаточно мощные, прочные, а главное - дешевые. И не даром известный российский производитель прицепов в перечне характеристик своих самых чудовищных творений указывает - "для владельцев тягачей американского производства."

Теперь вкратце остановимся на проблеме скорости.

В Российской Федерации на сегодняшний день приняты следующие скоростные ограничения: «В населенных пунктах разрешается движение транспортных средств со скоростью не более 60 км/ч, а в жилых зонах и на дворовых территориях не более 20 км/ч. «Вне населенных пунктов разрешается движение: ...грузовым автомобилям с разрешенной максимальной массой более 3,5 т на автомагистралях - не более 90 км/ч, на остальных дорогах - не более 70 км/ч».

В Европе, при отсутствии единых ограничений, максимальная скорость для автопоездов определяется на уровне от 60 до 90 км/ч, в зависимости от страны и категории дороги. И что особенно важно, еще в 1992 году вступила в силу директива для стран Евросоюза (92/6/ЕЕС), предписывающая обязательную установку на большегрузные автомобили лимитаторов скорости. Истины ради стоит отметить, что на моделях отдельных европейских производителей встречается функция "настройки" (или иными словами, отключения) лимитатора самим водителем. Однако же имеется и возможность документального контроля режимов движения автомобиля, труда и отдыха водителя с помощью обязательных тахографов, внедрение которых ведется еще с 1985 года (правила ЕЕС 3821/85 и их развитие). В США скоростные ограничения устанавливаются каждым штатом в отдельности и заметно варьируются. В одних регионах тяжелые грузовые автомобили и автопоезда обособляются от прочих участников движения, в других - подчиняются общим правилам наравне с легковыми автомобилями. Таким образом, максимальная разрешенная скорость для траков колеблется от 55 до 75 mph (88-120 км/ч), при этом федеральное законодательство не выдвигает требований на установку лимитаторов. На практике, большинство исправных

американских тягачей набирают 110-120 км/ч даже под нагрузкой, а некоторые выдающиеся экземпляры способны "положить стрелку" примерно на 140 км/ч.

Проблемы обгона. В цивилизованных условиях внимание уделяется и такому аспекту, как возможность безопасного обгона большегрузного автомобиля другими участниками движения на двух- и трехполосных дорогах. Чтобы выходящий на обгон автопоезда водитель, по крайней мере, мог предсказать его максимальную длину и предельную скорость. В России же с приходом траков возникли несколько дополнительных обстоятельств.

На скоростях обгона по трассе каждый лишний метр длины опережаемой машины оборачивается несколькими десятками метров лишнего пути, пройденного по встречной полосе, что никак не способствует безопасности движения.

Обгон фуры, двигающейся со скоростью 80 с небольшим километров в час, особенно если он выполняется не "с ходу", происходит значительно быстрее и безопаснее, чем если она движется на скорости под сотню. Фарисейство в стиле "нельзя никого обгонять, если при этом сколь-нибудь превышает максимально допустимая в РФ скорость" лучше оставить в стороне.

И что немаловажно, водитель обгоняемого большегрузного автомобиля по невнимательности, из мизантропии или хулиганских побуждений уже во время опережения его транспортного средства может прибавить газу. При этом, в отличие от отечественных или европейских тягачей, водитель трака, который не страдает недостатком мощности или наличием лимитатора, способен реально препятствовать обгону в течение продолжительного времени. Создавая тем самым или предпосылки к аварийной ситуации, или злонамеренно вынуждая заканчивать обгон уже через сплошную линию разметки 1.1 или в зоне действия знака 3.20, подставив автомобилиста под "засаду" ДПС с перспективой лишения прав.

Однако, основной проблемой эксплуатации длинномеров по-прежнему является проблема маневренности.

Принятые в новом регламенте требования к маневренности транспортных средств соответствовали европейским нормативам (директивы 96/53/ЕС-2002/7/ЕС и их развитие): «Любое транспортное средство категорий М3 и N3, а также любой полуприцеп должны иметь возможность поворота на 360 град в любую сторону внутри площади, заключенной между двумя концентрическими окружностями радиусами 12,5 м и 5,3 м, при условии, что ни одна из выступающих наружу поворота частей транспортного средства не выходит при движении за границу окружностей».

Нетрудно догадаться, что автопоезда европейского формата укладываются в такой габарит с запасом (по внешнему радиусу - даже в виде упомянутых 25-метровых модульных сцепок). Но как обстоит дело с американскими тягачами? Увы, маневренность траков - их главный и неисправимый недостаток.

Многим из них для разворота требуется окружность в 1.5-2.0 раза большего радиуса, чем для стандартных бескапотных тягачей европейских производителей. Разумеется, значительно ухудшаются и показатели маневренности автопоездов.

В целом можно сказать: некоторые траки способны были уложиться в рамки

норматива даже в составе автопоезда с евро-полуприцепом, но длиннобазные тягачи, полуприцепы американского образца или 16-метровые отечественные - оказываются в наших условиях воплощенным злом.



Рисунок 1 – Типичная ситуация на перекрестке

Негабаритные автопоезда с трудом выполняют свои прямые функции в условиях терминалов, построенных или строящихся в расчете на грузовой транспорт традиционных размеров, не говоря уж о комплексах, заложенных еще в советское время. Порой дело доходит до того, что водители траков вынуждены нанимать маневровые евро-тягачи для подачи полуприцепов под погрузку/разгрузку.

В городских условиях траки в принципе неспособны передвигаться без серьезных нарушений ПДД, за которые водители других автомобилей давно бы подверглись серьезным санкциям (пример - постоянные выезды на встречные полосы движения при поворотах).

Несоответствующие евро-стандартам длинные полуприцепы даже в паре с обычными тягачами заставляют выстраивать нетрадиционные траектории и сильно "режут" внутреннюю бровку поворота. Собственно, все маневры негабаритных фур по городу строятся только на доброй воле или страхе остальных участников движения.

Может быть, в перспективе такие автопоезда будут работать только на магистралях, не появляясь на городских улицах? Ведь сами перевозчики говорят:

«...системообразующие товарораспределительные терминалы вообще не должны находиться в городах.

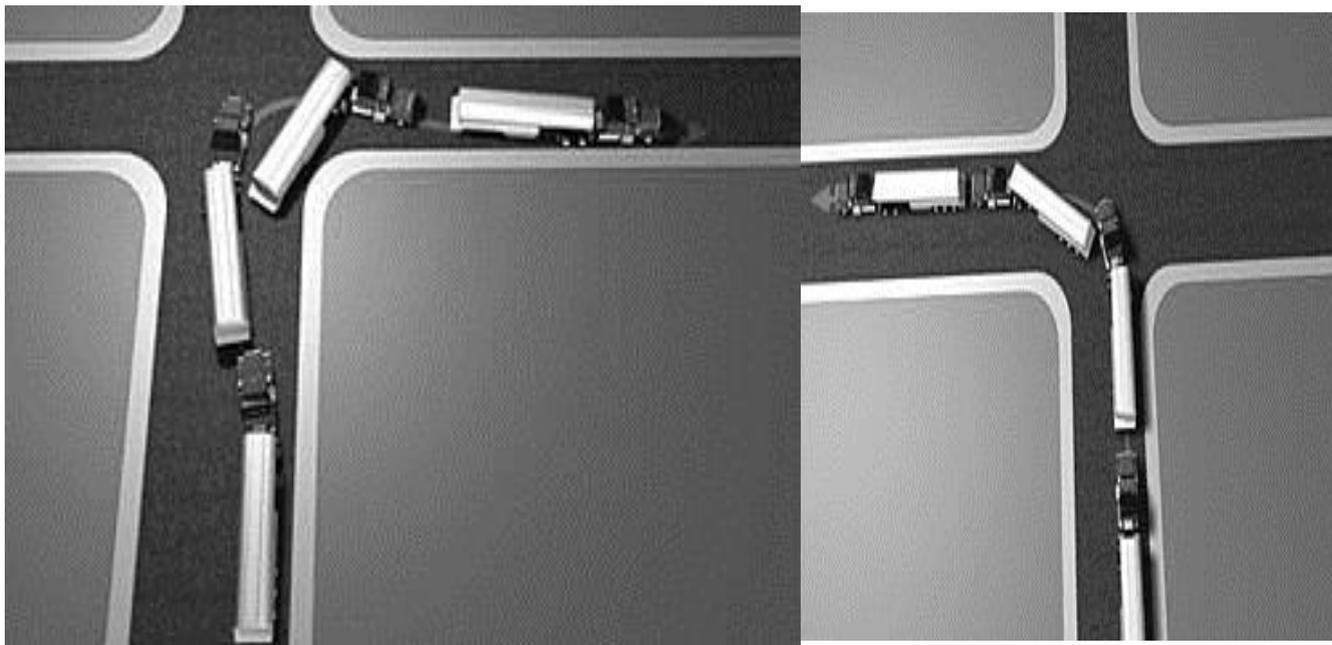


Рисунок 2 – «Способы» вписывания в поворот.

Что, собственно говоря, мы сегодня и наблюдаем: логистические центры, склады, терминалы повсеместно выводятся за пределы городов... И у водителей большегрузного транспорта исчезает необходимость "протискиваться" по городским улицам, и без того забитым легковым транспортом».

Как здесь не вспомнить австралийский опыт? И немного про маневренность "вертикальную". В американской традиции "передний свес" полуприцепа (кратчайшее расстояние от оси ССУ) составляет ~910 мм, в европейской же - около 1600 мм. При сцепке особо выдающимися водителями некоторых особо выдающихся траков с евро-полуприцепами зазор оказывается так мал, что при "складывании" фуры на съезде не исключен "контакт" полуприцепа с обтекателями тягача.

В заключении можно сказать, что решение указанных проблем возможно в первую очередь путем распространения в России тягачей собственного производства.

#### Список литературы

1. Бульчев Д. В., Грифф М.И. «Автопоезда». – М: Транспорт, 1991.-211 с.
2. <http://business.truckandroad.ru/avtopoezda-rossiya-20180621>
3. <https://ru.wikipedia>
4. <http://heavytruck.narod.ru/Sborka/Austral.htm>

© Быков В.С., Попов И.Г., Кутищев Д.С., Сипко В.В., Кутырев В.С., 2019

УДК 629.3

**Быков В.С.**

профессор, доктор технических наук,  
профессор автомобильно-транспортного  
института (г. Воронеж)

Bykov V.S.  
professor, doctor of technical sciences,  
professor of automobile transport institute  
(Voronezh)

**Тарасов В.А.**

преподаватель Воронежского института  
правительственной связи, филиал  
академии федеральной службы охраны  
Российской Федерации

Tarasov V.A.  
lecturer at the Voronezh institute of  
government communications, branch of  
the academy of the federal security  
service of the Russian Federation

**Рубаков А.В.**

курсант Воронежского института  
правительственной связи, филиал  
академии федеральной службы охраны  
Российской Федерации

Rubakov A.V.  
cadet of the Voronezh Institute of  
government communications, branch of  
the academy of federal security service of  
the Russian Federation

## **ЭВОЛЮЦИЯ АВТОМОБИЛЬНЫХ ФАР**

### **EVOLUTION CAR HEADLIGHTS**

Ключевые слова: автомобиль, фара, освещенность, световой поток, безопасность.

Аннотация: прослежено развитие автомобильных фар от момента изобретения автомобиля до перспектив дальнейшего совершенствования с использованием лазерных технологий.

Key words: car, headlight, illumination, luminous flux, safety.

Abstract: Annotation: the development of car headlights was traced from the moment of car construction to the prospects for further improvement with the use of laser technology.

Слово «фара» произошло от греческого названия Фарос – это небольшой остров в Средиземном море, недалеко от побережья Египта. Именно на этом острове в III веке до нашей эры был построен ставшей легендой Александрийский маяк – первый маяк в мире, который причисляют к одному из семи чудес света. Он остерегал корабли от рифов, притаившихся на пути в Александрийскую бухту.

Конные экипажи освещали дорогу с помощью свечей, которые устанавливались не только спереди, но и сзади экипажа – их назначение с тех времен не изменилось. Передние освещали дорогу перед транспортным средством, а задние указывали на габариты экипажа – чтобы другие участники движения могли без труда определить, где именно он находится, и обогнать.

Одними из первых автомобильных фар были просто-напросто керосиновые лампы. Их главными преимуществами на тот момент была простая конструкция, а также возможность максимальной унификации со светильниками, массово распространенными в быту. На этом, однако, все плюсы «керосинок» для автомобилиста заканчивались, поскольку со своей основной задачей такие фары справлялись отвратительно. Они не столько освещали путь перед машиной,

сколько обозначали ее присутствие на дороге. На автомобилях тех лет применялись также масляные светильники, и по эффективности они соответствовали «керосинкам». Замена им была разработана весьма быстро.

В 1896 году такие свечи сменили светильники с газовым пламенем. Эти системы еще называются карбидными, или ацетиленовыми. Однако зажечь их составляло куда большую проблему, нежели парафиновые свечи. Перед поездкой водителю необходимо было залить воду в специальный бак, который был соединен с газом. Эта емкость обычно располагалась на подножке автомобиля. Ацетиленовый газ образовывался при соединении карбида натрия с водой. Он попадал в горелку через трубку, а горелка, в свою очередь, находилась в отражателе. Так вот, чтобы добыть огонь, требовалось спичкой зажечь горелку – и фара начинала светить отраженным светом. Кроме сложности этого процесса, у таких фар были и другие недостатки: отражатель быстро покрывался сажей и требовал постоянной чистки, газ быстро заканчивался, а в бак регулярно следовало доливать воду. Однако мучения водителей закончились с появлением лампочки накаливания. Первая автомобильная лампа накаливая была запатентована еще в 1899 году одной французской фирмой, и идея получила грандиозное развитие.

В 1906 году в качестве материала для нити накаливания стали использовать тугоплавкий вольфрам вместо неэкономичной угольной нити. А позже, в 1913-м, немецкая компания Bosch, начала выпускать систему зажигания «магнето». Вскоре ассортимент расширился, и в Bosch наладили производство осветительного оборудования. Технология не стояла на месте: осветительные системы уже состояли из фар, аккумуляторной батареи, генератора, и реле-регулятора для подзарядки батареи. В год продавалось свыше трех тысяч таких комплектов. Но и у вольфрама были свои недостатки – он имел свойство испаряться с нити накаливания.



Рисунок 1 – Генератор, которому электрическая автомобильная фара обязана своим появлением

Чтобы избежать этого, лампы стали заполнять химической смесью азота и аргона, который препятствовал нежелательному испарению. Так лампы стали долговечнее. Хорошо знакомые нам электрические фары стали широко применяться на автомобилях с начала 20-х годов XX века. Впрочем, на моделях класса «люкс» их начали использовать даже раньше: с середины 10-х гг. – практически сразу после изобретения. Одними из первых электрофары в стандартной комплектации получили Cadillac Model 30 и легендарный Rolls-Royce Silver Ghost. По сути, первые подобные фары представляли собой

электрические прожекторы, и с основной своей задачей они, естественно, справлялись на ура. Возникла, однако, другая проблема: водители, ехавшие ночью встречными курсами, нещадно ослепляли друг друга. Так появились первые корректоры фар, причем разных типов: рычажные, тросовые, гидравлические. Некоторые производители выводили на переднюю панель рычажок реостата, которым водитель мог отрегулировать яркость ламп. И тут Bosch снова нашел ответ, предложив простое и гениальное решение – лампу с двумя нитями накаливания – ближний и дальний свет. К 1919 году, когда это изобретение вошло в эксплуатацию, уже было создан светорассеиватель – стекло фары, покрытое призматическими линзами, которое направляло свет вниз, на дорогу.

В середине 50-х французская фирма Cibie предложила революционное по тем временам решение, применяемое до сих пор. Идея состояла в создании асимметричного пучка света, чтобы со стороны водителя фары светили ближе, чем со стороны пассажира. С 1957 года подобное распределение света входит во все европейские технические регламенты для автомобилей массового производства.

В 50-х годах в обращение вошел галогенид – соединение брома или йода. Благодаря химической реакции между галогеновым газом и вольфрамом, такие лампы могли служить дольше и отличались высокой светоотдачей. Первая подобная автомобильная лампа была выпущена в 1962 году фирмой под названием Hella, и вскоре галогеновые фары стали популярны по всему миру.

Следом за галогеновой лампой появилась ксеноновая. Это стало новой вехой в эволюции автомобильных фар и на данный момент самой современной. Ксеноновые лампы представляли собой колбу, в которую под большим давлением закачивали смесь инертных газов, в том числе и ксенона. Главное преимущество ксенона – более мощное свечение при более низком потреблении энергии. Кроме этого, для розжига в таких лампах используются два провода, а не нить накаливания – а значит, перегореть она не может. На дороге также ощущается разница: ксенон не слепит других водителей, но при этом отлично пробивает туман и воду, и, в отличие от других, не высвечивает капли в воздухе, а светит точно на дорожное полотно.

В 1993 году Opel впервые применил на массовом автомобиле (модель Omega) пластиковый поликарбонатный рассеиватель. Это улучшило светопропускание фары и радикально снизило ее общую массу: почти на килограмм. В конце 90-х – начале 2 000-х началось широкое применение так называемых поворотных фар, световой пучок в которых направлялся вправо/влево вслед за соответствующим поворотом рулевого колеса. Первые эксперименты в этом направлении начались практически сразу после изобретения электрических фар. Однако вскоре попали чуть ли не под законодательный запрет: технологии того времени не позволяли менять направление светового потока так быстро, как это было необходимо во время движения автомобиля.

Довести идею до ума одной из первых смогла компания Citroen при технической поддержке уже упомянутой фирмы Cibie. Первые поворотные фары дальнего света появились в 1968 году на легендарной модели DS.

К слову, сегодня функция освещения траектории движения в повороте отнюдь не всегда реализуется за счет поворачивающегося прожектора. На недорогих машинах эта задача возлагается на дополнительные боковые лампочки или «противотуманки». Впрочем, даже самый «продвинутый» вариант поворотного света – комбинированный, при котором на малых скоростях включаются боковые лампы, а на высоких – поворачивающиеся прожекторы, – перестал быть уделом моделей класса «Люкс». Такие фары доступны и на автомобилях гольф-класса. Хотя опция эта – отнюдь не дешевая...

Если говорить о сегодняшнем дне, то сейчас производители отдают предпочтение светодиодам – эксперты считают, что будущее именно за ними. Уже сейчас светодиоды интегрируются как в заднюю, так и в переднюю оптику. Из плюсов светодиодов отмечают компактность, долговечность (они могут работать свыше 10 тысяч часов), светодиоды четче реагируют на сигнал включения и выключения, а также потребляют сравнительно немного электричества. Первыми серийными автомобилями с оптикой на светодиодах были, как водится, люксовые модели. В 1992 году BMW 3-Series Cabrio получил центральный светодиодный стоп-сигнал, в начале 2000-х на Audi A8 W12 появились светодиодные дневные ходовые огни. А на Lexus LS 600h 2008 года передние блок-фары впервые в мире стали полностью светодиодными. Ну а сегодня такие системы головного освещения уже не являются экзотикой. Думается, пройдет совсем немного времени – и подобные фары будут столь же привычны на массовых авто, как и сегодняшние «галогенки».

Еще один «стандарт будущего», о котором нельзя не сказать – лазерные фары. По сравнению с фарами с другими источниками света (лампами накаливания, газоразрядными, классическими светодиодами) лазерные имеют целый ряд преимуществ. «Вытекают» они из того, что лазерное излучение монохромно и когерентно, т. е. волны имеют одинаковую длину и постоянную разность фаз. Во-первых, оно формирует пучок света, приближенный к параллельному, т. е. позволяет управлять освещением конкретных зон. Во-вторых, сила света лазерного светового луча в 10 раз выше классических галогенок, ксенона и светодиодов. Дальность лазерного луча света составляет до 600 метров, в то время как обычный дальний свет освещает от 200 до 300 метров. При этом важно то, что даже в режиме ближнего света (классический ближний свет «работает» на дистанции 60–85 м) лазерные фары не будут слепить, так как лучи строго направлены, и если в зоне освещения появится человек, специальный режим сможет отключить ту часть диодов, лучи которых попадают в его глаза. В-третьих, энергопотребление у лазерных фар на 30% меньше, чем у обычных, что очень востребовано в век экономии энергоресурсов. В-четвертых, лазерные фары самые компактные из всех существующих. Светоизлучающая площадь поверхности лазерного диода в сто раз меньше, чем у обычного светодиода. Поэтому при одной и той же светоотдаче лазерной фаре нужен отражатель диаметром 30 мм, для ксенона – 70 мм, а для галогенной лампы – 120 мм. Благодаря этому лазерные фары можно делать намного меньшими без потерь эффективности освещения дороги. В случае с BMW i8 высота отражателя

снизилась с 9 до менее 3 сантиметров. Хотя дизайнеры пока не планируют уменьшать ее, так как новые возможности позволят более удобно располагать фары, моделировать лучший дизайн автомобиля.

Лазерный головной свет будет работать в паре с «цифровым помощником», который препятствует ослеплению водителей встречных и попутных машин. Оптика на основе лазеров обеспечивает более точную форму светового пучка, что делает передний свет более безопасным и комфортным для автомобилистов, движущихся во встречном направлении. В корпусе каждой фары расположены три источника лазерного излучения мощностью около 1 Вт каждый.

Лучи направляют при помощи системы зеркал на элемент из флуоресцентного материала. При поглощении последним энергии выделяется белое свечение, из которого формируется световой пучок.

Лазерные технологии в автомобильной светотехнике подтолкнули баварцев на создание еще одной интересной технологии, получившей название Dynamic Light Spot – динамическое точечное освещение.

Новая система способна обнаруживать пешехода или другое препятствие на дороге и направлять на него усиленный луч свет. Так водитель получает информацию о потенциальной опасности.

Причем такая подсказка выскакивает раньше, чем объект появляется в лучах ближнего света фар. Следовательно, сидящий за рулем получает фору в несколько секунд или десятков метров, которых часто не хватает, чтобы затормозить или объехать человека.

Система Dynamic Light Spot может держать в поле зрения несколько объектов. Лишь только в объектив инфракрасной камеры попадет человек или животное, луч света сразу укажет на него.



Рисунок 2 – Сравнение светодиодных фар (слева) и лазерных.

#### Список литературы

1. g02.a.alicdn.com
2. blamper.ru
3. g-a.d-cd.net
4. allfotocars.com
5. <http://fishki.net/auto/2025511-jevoljucija-avtomobilnoj-fary.html>
6. <https://www.autocentre.ua/opyt/tehnologii/fary-golovno-go-sveta-lazernyy-proryv-58920.html>

© Быков В.С., Тарасов В.А., Рубаков А.В., 2019

МК-16-18

УДК 629.3

**Войнов А.А.**

ФГБОУ ВО «Пензенский  
государственный университет» г. Пенза,  
Россия

Bykov V.S.  
FSBEI of HE "Penza State University"  
Penza, Russia

**Лагодинский Ф.В.**

ФГБОУ ВО «Пензенский  
государственный университет» г. Пенза,  
Россия

Tarasov V.A.  
FSBEI of HE "Penza State University"  
Penza, Russia

**Атясов Д.А.**

ФГБОУ ВО «Пензенский  
государственный университет» г. Пенза,  
Россия

Rubakov A.V.  
FSBEI of HE "Penza State University"  
Penza, Russia

## УЛЬТРАЗВУКОВОЙ ИЗЛУЧАТЕЛЬ

### ULTRASONIC RADIATOR

Ключевые слова: ультразвук, трактор, автомобиль, разжижение, излучатель.

Аннотация: В статье рассматривается вопрос обоснования и создания ультразвукового излучателя, которое будет разжижать масло в холодных условиях.

Key words: ultrasound, tractor, automobile, liquefaction, radiator.

Abstract: The article deals with the question of the justification and creation of an ultrasonic emitter, which will thin the oil in cold conditions.

Одной из частых проблем во время эксплуатации автомобиля в зимнее время года при температуре от  $-30^{\circ}$ , является – загустевшее масло в коробке передач, мостах и редукторах, но основная проблема это -затрудненный пуск двигателя внутреннего сгорания (ДВС). <Гуревич А.М. Тракторы и автомобили. 3-е изд., перераб. и доп. М.: Колос, 1983. 336 с.>. Увеличивается вязкость масла в двигателе иногда до консистентного образования после длительной стоянки при низких температурах наружного воздуха. В подобной ситуации коленчатый вал двигателя не удастся провернуть стартером для запуска или же проворачивается так медленно, что мотор не удастся завести.

Есть различные способы решения данной проблемы, такие как специальное зимнее масло либо присадки. В основе зимнего масла – полимеры высокомолекулярного свойства. Это полиизобутилены, полиметакрилаты и другие компоненты. Благодаря своей структуре они могут при нагревании увеличиваться. Так же у них имеется способность под воздействием низких температур – сворачиваться в спираль и становиться меньше. <Мирошниченко, А.Н. Основы теории автомобиля и трактора [Текст]: учебное пособие / А.Н. Мирошниченко. – Томск : Изд-во Том. гос. архит.-строит. ун-та, 2014. – 490 с.> Таким образом, если на улице мороз, смазка застынет и загустеет. А добавки в зимнем масле не

позволяют ему перейти в состояние сильной вязкости, при котором пуск двигателя практически невозможен. В связи с вышеизложенным, лучше всего поменять масло перед зимним сезоном, что решит немало проблем в эксплуатации автомобиля. Однако по ряду причин иногда автолюбители предпочитают не менять смазывающую жидкость, а пойти по другому пути. Например, водитель решил оставить в качестве смазывающего материала минеральное масло. В этом случае при его замене необходимо будет добавить присадки против замерзания. При воздействии на смазку низких температур, она начинает кристаллизоваться, то есть молекулы парафина при застывании образуют некое подобие желе. Понятно, в таком виде масло практически не омывает поверхности деталей. Так же затрудняется поступление смазывающего состава по каналам к основным механизмам автомобиля. Но добавлять присадки в масло для зимы можно не только в минеральное масло, их активно используют и в зимних и всесезонных вариантах смазывающего состава двигателя. Все зависит от того, в каких условиях эксплуатируется автомобиль.

Недостатком данных способов является прежде всего то, что это дополнительные расходы на владение автомобилем, а при установке ультразвукового излучателя, его регулярная замена не требуется. При проведении патентного поиска изобретений, решающих данную проблему удачных решений найдено не было. Для решения данной проблемы предлагается установка ультразвукового излучателя, располагающаяся в картере двигателя для разжижения загустевшего моторного масла.



Рисунок 1 – Определение вязкости масла из канистры

Актуальность исследования так же состоит в том, что одним из способов воздействия на смазывающее масло, ультразвуковыми колебаниями с оптимальной частотой и мощностью, может быть достигнуто уменьшение износа сопряжений механизмов и машин, а так же более легкий старт двигателя в холодное время года.

Ультразвук – звуковые волны, имеющие частоту выше воспринимаемых человеческим ухом, обычно, под ультразвуком понимают частоты выше 20 000 герц. Нами было проведено исследования с использованием ультразвукового излучателя, вискозиметра, масла Роснефть Максимум (марка моторное 10W 40), алюминиевой емкости, термометра, секундомера, барометра.

Ультразвуковой излучатель данного типа закрепляется в нижней точке картера, через уплотнение, с помощью излучателей производит и распространяет ультразвук. Применение ультразвука способствует разжижению загустевшего масла и соответственно, более легкому вращению коленчатого вала. С наружной стороны, излучатель помещен в защитный корпус. Сам ультразвуковой излучатель включается с помощью кнопки выведенной в салон автомобиля. Пяти минут работы излучателя достаточно для разжижения масла до состояния работоспособности.



Рисунок 2 – Определение вязкости масла после обработки ультразвуком

С помощью вискозиметра определялась текучесть масла до и после использования прибора. В результате проделанного эксперимента выяснилось следующее: время протекания жидкости после проведения эксперимента через вискозиметр уменьшилось, что свидетельствует о снижении вязкости масла, результаты исследования сведены в таблицу.

Таблица 1- Результаты исследования

№ п/п	Марка масла	Время прохождения масла через вискозиметр до проведения эксперимента	Время начала проведения эксперимента	Время окончания проведения эксперимента	Время прохождения масла через вискозиметр после проведения эксперимента
1	Роснефть Максимум	1мин 37с	14:49	14:54	1мин 20с
2	Роснефть Максимум	1мин 33с	14:55	15:00	1мин 17с
3	Роснефть Максимум	1мин 35с	15:02	15:07	1мин 18с

Уменьшение коэффициента поверхностного натяжения масла составило чуть более 5 %. Так же эффект повышения износостойкости пар трения при воздействии на масло ультразвуком связан со снижением коэффициента его поверхностного натяжения, что позволяет маслу с наименьшими усилиями распределяться по поверхностям, образуя пленку достаточной толщины, повышающую несущую способность трущихся поверхностей. <В.Н. Хмелев, А.Н. Сливин, Р.В. Барсуков, С.Н. Цыганок, А.В. Шалунов, Применение ультразвука высокой интенсивности в промышленности: Алт. гос. техн. ун-т, БТИ. – Бийск: Изд-во Алт. гос. техн. ун-та, 2010. – 203с.> Практическая значимость работы обусловлена простотой реализации устройства для ультразвуковой обработки смазочных масел непосредственно в системе смазки оборудования. Перспективы предлагаемого решения состоят в повышении долговечности оборудования и машин при использовании рекомендуемых смазочных масел с оптимизацией параметров и режимов устройства согласно конкретным требованиям.

#### Список литературы

1. Гуревич А.М. Тракторы и автомобили. 3-е изд., перераб. и доп. М.: Колос, 1983. 336 с.
2. Мирошниченко, А.Н. Основы теории автомобиля и трактора [Текст]: учебное пособие / А.Н. Мирошниченко. – Томск : Изд-во Том. гос. архит.-строит. ун-та, 2014. – 490 с.
3. В.Н. Хмелев, А.Н. Сливин, Р.В. Барсуков, С.Н. Цыганок, А.В. Шалунов, Применение ультразвука высокой интенсивности в промышленности: Алт. гос. техн. ун-т, БТИ. – Бийск: Изд-во Алт. гос. техн. ун-та, 2010. – 203с.

© Войнов А.А., Лагодинский Ф.В., Атясов Д.А., 2019

УДК 629.783:006(075.8)

**Гончаров А.П.**

начальник группы Управления  
метрологии ВС РФ (г. Москва)

**Нижников А.В.**

преподаватель кафедры ММО ВВТ  
ВУНЦ ВВС «ВВА имени профессора  
Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина»  
(г. Воронеж)

**Харин С.С.**

курсант ВУНЦ ВВС «ВВА имени  
профессора Н.Е. Жуковского и  
Ю.А. Гагарина» (г. Воронеж)

Goncharov A.P.

head of management group  
metrology RF AF (Moscow)

Nignikov A.V.

lecturer of the Military educational and  
scientific center of the Air Force "Air  
Force Academy named after Professor  
N.Ye. Zhukovsky and Yu.A. Gagarin  
"(Voronezh), RF

Harin S.S.

cadet of the Military educational and  
scientific center of the Air Force "Air  
Force Academy named after Professor  
N.Ye. Zhukovsky and Yu.A. Gagarin  
"(Voronezh), RF

## **МЕТОДИКА ОБРАБОТКИ ИЗМЕРЕНИЙ О СОСТОЯНИИ МЕТРОЛОГИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ РАКЕТНО-КОСМИЧЕСКОЙ ТЕХНИКИ В СФЕРЕ ОБОРОНЫ И БЕЗОПАСНОСТИ**

### **METHODS OF PROCESSING OF MEASUREMENTS ON THE STATE OF METROLOGICAL SUPPORT OF SPACE ROCKET TECHNOLOGY IN THE FIELD OF DEFENCE AND SECURITY**

Ключевые слова: метрологическое обеспечение, повышение качества, обработка данных, методика обработки информации.

Аннотация: В статье рассматривается проблема оценивания комплексного показателя эффективности метрологического обеспечения ракетно-космической техники (РКТ) за счет решения задач метрологического обеспечения.

Keywords: metrological assurance, quality improvement, data processing, information processing technique.

Abstract: The article deals with the problem of evaluating the complex indicator of the effectiveness of metrological support of rocket and space technology (RKT) by solving the problems of metrological support.

Целью методики обработки измерений является обеспечение возможности реализации целевых процессов в соответствии с требованиями информационно-системной безопасности (ИСБ). К таким процессам относятся получение оценок показателей метрологического обеспечения (МЛО) и параметров системы МЛО, позволяющих идентифицировать ситуацию мониторинга; определение взаимосвязей показателей различного уровня, определение функций влияния показателей и параметров, определение перечня критических параметров и ряд других, а также отображение и визуализация процессов обработки.

Структура методики должна включать два этапа обработки – предварительный и основной. Целью предварительного этапа является повышение качества измерительной информации, в частности, устранение дубликатов, противоречий, выбросов, повышение точности и достоверности данных. Данный этап является достаточно хорошо освоенным на практике и может быть успешно реализован с помощью программных продуктов, позволяющих обрабатывать базы данных, табличные массивы и т.д., например, программных комплексов интеллектуального анализа данных «Datamining».

Основной этап обработки ориентирован прежде всего на реализацию целевых запросов, которые могут рассматриваться как экспертные запросы в некоторых функциональных областях, под которыми понимается некоторое направление деятельности системы (объекта), в интересах которого необходимо осуществлять сбор, хранение и обработку данных, а также проведение анализа, идентификации, прогнозирования и формирования рекомендаций. [1] Запросы экспертов формируются с целью получения необходимой информации для выработки рекомендаций, при этом уровень запроса тем выше, чем больше ценность запрашиваемой информации (рисунок 1).

Анализ полученной пирамиды осуществляется путем поиска связей и закономерностей между данными на различных уровнях с целью коррекции существующих моделей.

Для обеспечения ИСБ необходимо организовать процесс обработки данных в подобном виде (рисунок 1, рисунок 2). Проведенный анализ показывает, что сегодняшний день в различной степени реализованы только уровни обработки (1-3), что явно недостаточно для реализации требований ИСБ.

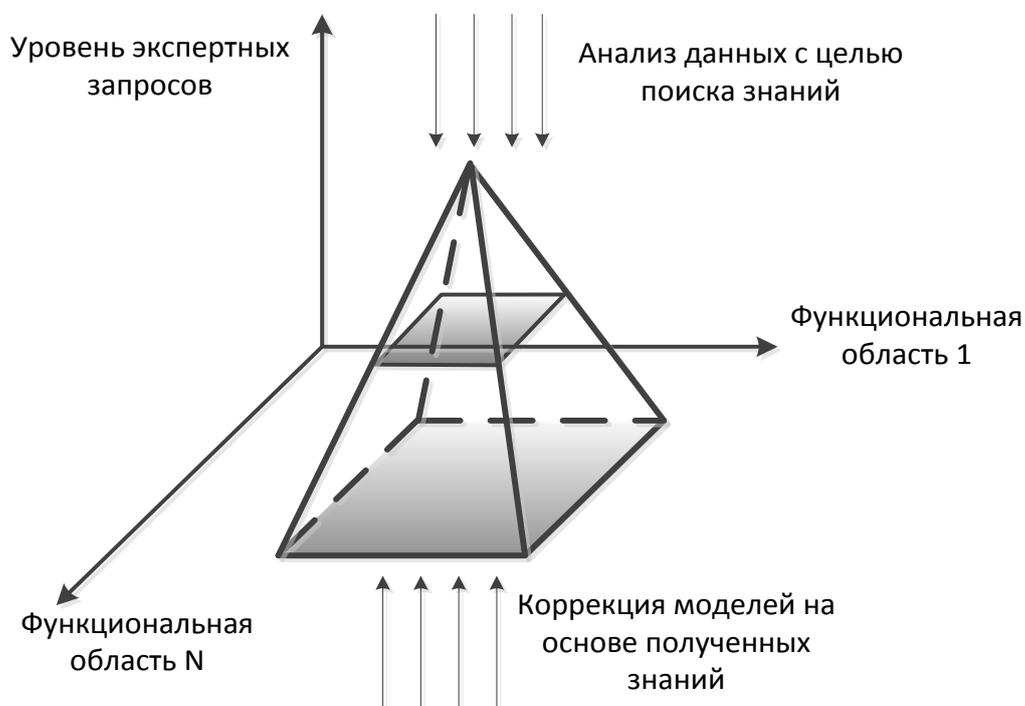


Рисунок 1 –Схематичное представление данных в пространстве функциональных областей и экспертных запросов

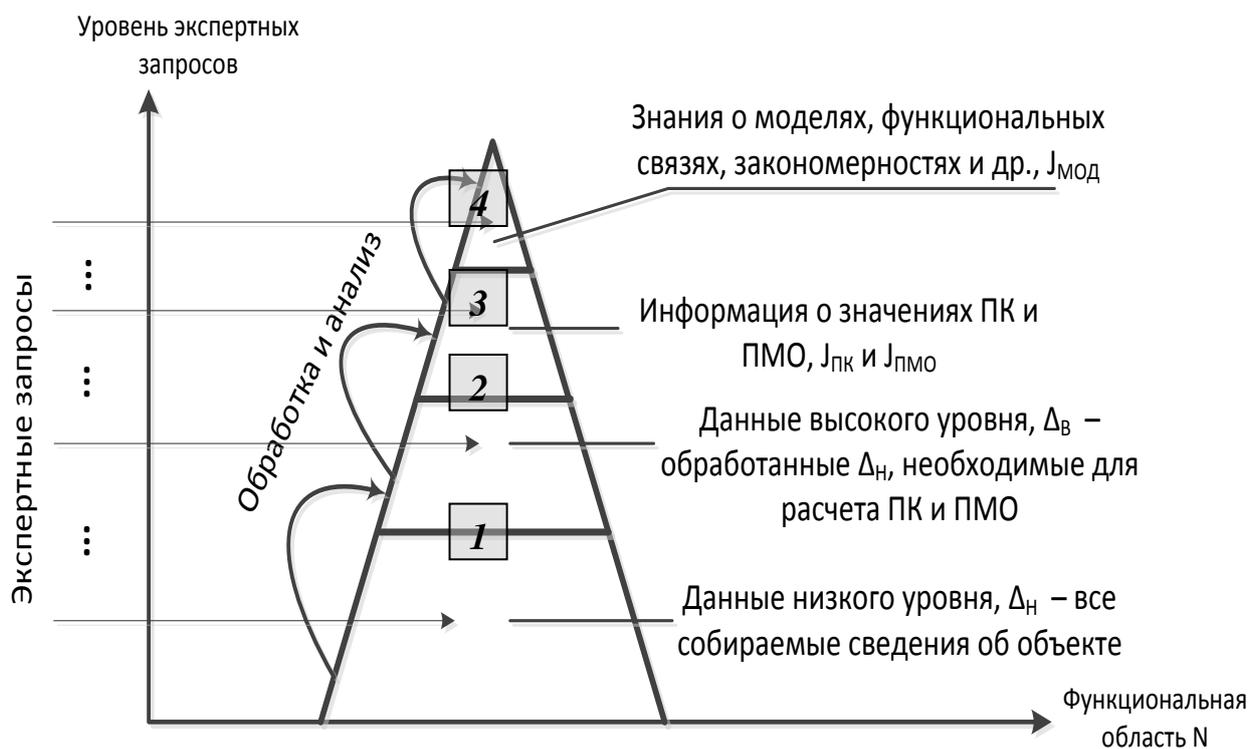


Рисунок 2 – Схематичное представление многоуровневого процесса обработки

На основании обработки данных уровней (1-3) оценивается комплексный показатель эффективности МЛО производства, характеризующий приращение эффективности производства продукции за счет МЛО (при неправильном решении это приращение может быть и отрицательным).

Само по себе приращение не показывает степень достижения максимально возможного эффекта от МЛО [3].

Это же самое приращение показателя у другого (более сложного и менее надежного) производства может быть достигнуто и за счет менее совершенного МЛО. Комплексный показатель должен представлять собой относительное приращение:

$$\Phi_{\text{МО}} = \frac{\Delta B}{\Delta B_{\text{max}}}, \quad (1)$$

где:  $\Delta B$  – приращение показателя эффективности производства за счет МЛО;  
 $\Delta B_{\text{max}}$  – максимально возможное приращение показателя эффективности производства за счет МЛО.

$$\Delta B = B^P - B^O, \quad (2)$$

где:  $B^P$  – значение показателя эффективности производства с реальным (разработанным) метрологическим обеспечением;  
 $B^O$  – значение показателя эффективности производства без МЛО.

$$\Delta B_{\text{max}} = B^u - B^O, \quad (3)$$

где:  $B^u$  – значение показателя эффективности производства с идеальным МЛО.

Идеальное МЛО характеризуется своевременностью, нулевой погрешностью,

бесконечно большой скоростью и 100%-ной полнотой измерений.

Вероятность успешного выпуска образца продукции оценивают следующим выражением:

$$B = K_{ГО} W_0 \quad (4)$$

где:  $K_{ГО}$  – коэффициент готовности оборудования производства;

$W_0$  – показатель эффективности производства (коэффициент потенциальной эффективности).

В этом случае

$$\Phi_{мо} = \frac{K_{zo}^p W_o^p - K_{zo}^o W_o^o}{K_{zo}^u W_o^u - K_{zo}^o W_o^o}. \quad (5)$$

Кроме того, оцениваются следующие группы показателей:

1) показатели, характеризующие состояние выполнения «Плана проведения мероприятий по метрологическому обеспечению РКТ» в ходе выполнения Федеральной космической программы;

2) показатели, характеризующие состояние МЛО производственной базы, как отдельных предприятий, так и отрасли в целом.

Практический интерес представляет решение задач уровня (4).

Сформулируем задачу определения функций влияния показателей МЛО на показатели качества выпускаемой продукции. В качестве показателей отраслевого мониторинга используются известные показатели МЛО [2].

Введем следующие обозначения:

$\Pi_i, i = 1 \div M$  – показатели МЛО (отраслевого мониторинга),  $M$  – общее число показателей,

$K_j, j = 1 \div N$  – показатели качества образца продукции,  $N$  – общее число показателей.

В формализованном виде зависимость между данными показателями может быть представлена в виде выражения:

$$K_j = f_{ij}(\Pi_i), \quad (6)$$

где:  $f_{ij}$  – некоторая функция влияния показателей метрологического обеспечения на показатели качества.

Для оценки критичности влияния используется коэффициент вида:

$$t_{ij} = g_{ij}(\delta\Pi_i, \delta K_j), \quad (7)$$

где:  $t_{ij}$  – коэффициент критичности влияния,  $g_{ij}$  – функция, описывающая зависимость между приращениями  $\delta\Pi_i$  показателя  $\Pi_i$  и  $\delta K_j$  показателя  $K_j$ .

Коэффициент  $t_{ij}$  позволяет оценить чувствительность выходного параметра  $K_j$  по отношению к параметру  $\Pi_i$ , при этом его вид и способ вычисления и шкала измерения индивидуальны для каждой отдельно взятой функции влияния  $f_{ij}$ .

В зависимости от предполагаемых типов функций влияния критичность влияния может быть оценена с точки зрения предъявляемых требований по критичности, выраженных в виде минимально (максимально) допустимых значений показателя  $t^{\text{don}}$ . Тогда для выбора критичных показателей может быть использован следующий критерий:

$$U = \begin{cases} J, \text{ если } t_{ij} \leq t^{\text{don}} \text{ (или } t_{ij} \geq t^{\text{don}}) \\ \bar{J}, \text{ если } t_{ij} > t^{\text{don}} \text{ (или } t_{ij} < t^{\text{don}}) \end{cases}, \quad (8)$$

где:  $J$  – утверждение о том, что влияние показателя  $\Pi_i$  на показатель  $K_j$  является критическим (показатель  $\Pi_i$  является критическим),  $\bar{J}$  – противоположное утверждение.

Рассматриваемая методика позволяет в ходе корреляционного анализа определить наличие функций влияния  $f_{ij}$  между показателями, количественно оценить данное влияние и выделить критические показатели, а также провести идентификацию математических моделей функций влияния критических показателей.

Общая схема методики идентификации критических функций влияния представлена на рисунке 3.

Целью первого этапа методики является поиск взаимосвязей между показателями метрологического обеспечения  $\Pi_i$  и показателями качества  $K_j$  и выявление среди  $\Pi_i$  критических посредством осуществления корреляционного анализа массивов статистических данных. Процесс анализа основан на определении коэффициента корреляции в соответствии с выражением:

$$r_{ij} = \frac{W_{ij}}{\sigma_i \cdot \sigma_j}, \quad (9)$$

где:  $\sigma_i$  и  $\sigma_j$  – значение среднеквадратических отклонений для показателей  $\Pi_i$  и  $K_j$ , а  $W_{ij}$  – момент связи между показателями  $\Pi_i$  и  $K_j$ , вычисляемый в соответствии с выражением:

$$W_{ij} = M[(\Pi_i - M[\Pi_i]) \cdot (K_j - M[K_j])], \quad (10)$$

где:  $M[\Pi_i]$  и  $M[K_j]$  – математические ожидания для показателей  $\Pi_i$  и  $K_j$ . Коэффициент корреляции принимает значения  $-1 \leq r_{ij} \leq 1$ , при этом считается, что значения  $|r_{ij}| = \text{от } 0 \text{ до } 0,4$  свидетельствуют о слабой корреляции,  $|r_{ij}| \geq 0,7$  – о сильной корреляции.

Отрицательный знак перед  $r_{ij}$  показывает, что при изменении показателя  $\Pi_i$  значение показателя  $K_j$  уменьшается, а положительный – увеличивается.



Рисунок 3 – Общая схема методики идентификации критических функций влияния

Проведенные расчеты для каждой из рассматриваемых зависимостей позволят провести сравнительную оценку влияния показателей, при этом в качестве коэффициента критичности влияния может быть принят модуль значения  $r_{ij}$ . Тогда при условии, что  $t^{дон} = 0,7$ , т.е. интерес представляют только показатели с сильной корреляцией, в соответствии с критерием  $U$  (3) могут выделены критические показатели  $\Pi_i$ , влияние которых на рассматриваемый показатель качества  $K_j$  считается существенным, а также соответствующие им критические функции влияния  $f_{ij}$ . Использование коэффициента критичности позволит ввести границы, выход за которые является недопустимым. Тогда сущность алгоритма расчёта критических показателей будет заключаться в определении факта выхода коэффициента критичности за пороговые значения (рисунок 4). Целью второго этапа методики (рисунок 3) является идентификация математических моделей критических функций влияния, выявленных в ходе 1 этапа, осуществляемая в три подэтапа:

1. Определение возможной структуры математической модели;
2. Определение ее параметров (параметрическая идентификация);
3. Выбор оптимальной модели на множестве априорных значений рассматриваемых параметров.

Реализация первого подэтапа предполагает, что для каждой из критических функции влияния  $f_{ij}$  формируется множество гипотез  $H_{ij}$  о структуре математической модели для данной функции.

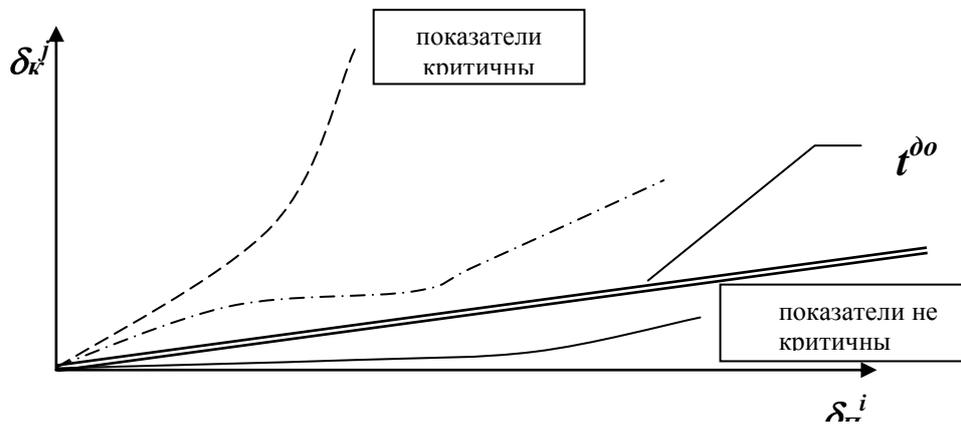


Рисунок 4– Определение критических показателей по функциям влияния

Поскольку среди всех возможных функций влияния могут быть рассмотрены функции совместного влияния нескольких показателей  $\Pi_i$  на показатели  $K_j$ , то в качестве возможных структур могут рассматриваться также и полиномиальная зависимость:

$$K_j = a \cdot (\Pi_1)^x + b \cdot (\Pi_2)^{x-1} + \dots + c.$$

Результатом реализации первого подэтапа для каждой функции влияния  $f_{ij}$  являются математические модели  $Z_{ij}$ , формализованно представленные в виде аппроксимирующей функции влияния:

$$Z_{ij}: f_{ij}^*(h_{ij}) = \Pi_i \rightarrow K_j^*, Z_{ij} \in \Theta_{ij}, \quad (11)$$

где:  $f_{ij}^*(h_{ij})$  – аппроксимирующая функция с учетом гипотезы о структуре математической модели  $h_{ij} \in H_{ij}$ ,  $\Theta_{ij}$  – множество идентифицированных моделей для функции влияния  $f_{ij}$ ,  $K_j^*$  – множество оценок выходного параметра.

Второй подэтап идентификации – параметрическая идентификация, заключается в определении параметров для каждой полученной математической модели. Методика предполагает, что реализация данных подэтапов осуществляется с использованием программных продуктов автоматизированной обработки и анализа данных. Проведенные 1 и 2 подэтапы идентификации позволяют реализовать третий подэтап – выбор оптимальной математической модели критической функции влияния  $f_{ij}$  на множестве априорных значений показателей МЛО и качества изделия. Для этого в методике введен показатель точности аппроксимации модели  $d(Z_{ij})$ , характеризующий различие между

априорными значениями выходного показателя  $K_j$  и оценочными значениями  $K_j^*$ , полученными с использованием идентифицированной математической модели:

$$d(Z_{ij}) = \frac{1}{N} \sum_{j=1}^N \sqrt{(K_j - K_j^*)^2}. \quad (12)$$

Выбор оптимальной структуры математической модели функции влияния  $f_{ij}$  на множестве априорных значений показателей МЛО и качества изделия осуществляется в соответствии с критерием оптимальности вида

$$Z_{ij}^{opt} : d(Z_{ij}^{opt}) = \min_{\Theta_{ij}} d(Z_{ij}), \quad (13)$$

при условии, что  $d(Z_{ij}^{opt}) \leq d^{don}$ , где  $Z_{ij}^{opt}$  – гипотеза об оптимальной структуре математической модели,  $d^{don}$  – некоторое максимально допустимое значение показателя точности аппроксимации. Данное значение задается в целях исключения заведомо неадекватных моделей. Таким образом, после реализации второго этапа методики для каждой из выявленных критических функций влияния получена оптимальная математическая модель  $Z_{ij}^{opt}$  вида (13). Методика позволяет осуществить переход от «черного ящика» (рисунок 3) к совокупности математических моделей наиболее интересующих эксперта-аналитика, исследователя критических зависимостей.

Таким образом, общая структура методики обработки информации будет выглядеть следующим образом (рисунок 5).

1. Предварительный этап обработки информации: повышение качества измерительной информации, устранение дубликатов,
<p><b>2. Основной этап обработки.</b></p> <p><b>2.1 Оценивание параметров, характеризующих состояние метрологического обеспечения.</b></p> <p>1) показатели, характеризующие состояние выполнения «Плана проведения мероприятий по МЛО РКТ» в ходе выполнения Федеральной космической программы;</p> <p>2) показатели, характеризующие состояние МЛО производственной базы, как отдельных предприятий, так и отрасли в целом.</p> <p><b>2.2 Определение функций влияния показателей метрологического</b></p>
<p><b>3. Оценивание комплексного показателя эффективности метрологического обеспечения РКТ, характеризующего приращение эффективности производства и применения РКТ за счет решения задач</b></p>

Рисунок 5 – Структура методики обработки измерений о состоянии МЛО

#### Список литературы

1. Поморцев П.М. Метрологическое обеспечение новых технологий производства ракетно-космической техники // Новые технологии. Том 1. – М.: РАН, 2012. – с. 46 – 51.
2. Отчет по НИР «Единство-П» «Исследования и разработка предложений по

совершенствованию организационной, технической и нормативно-методической базы метрологического обеспечения производства боевой ракетной техники и ракетно-космической техники».

3. Теория систем и системный анализ в управлении организациями: Справочник / под ред. В.Н. Волковой и А.А. Емельянова. М.: Финансы и статистика; ИНФРА-М, 2012. – 848 с.

4. ГОСТ РВ 1.1-96 ГСС РФ. «Метрологическое обеспечение вооружения и военной техники. Основные положения».

© Гончаров А.П., Нижников А.В., Харин С.С., 2019

УДК 629.113.001.4

**Гришаев М.Е.**

кандидат техн. наук, доцент  
13 кафедры Военного учебно-научного  
центра ВВС «Военно-воздушная  
академия имени  
профессора Н.Е. Жуковского и  
Ю.А. Гагарина» (г. Воронеж), РФ

**Grishayev M. E.**

candidate of technical sciences,  
associate professor of the department 13  
Military educational-scientific center of  
air force «The air force academy named  
after professor N. E. Zhukovsky and  
Gagarin» (Voronezh),  
Russian Federation

**Яковлев А.С.**

курсант ФГКВОУ ВПО «Военный  
учебно-научный центр Военно-  
воздушных сил «Военно-воздушная  
академия им. проф. Н.Е. Жуковского и  
Ю.А. Гагарина» г. Воронеж, РФ

**Yakovlev A.S.**  
cadet Military educational-scientific  
center of air force «The air force academy  
named after professor N.E. Zhukovsky  
and Y.A. Gagarin» (Voronezh),  
Russian Federation

## **КОНСТРУИРОВАНИЕ СОВРЕМЕННЫХ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ**

### **DESIGN OF MODERN MEASURING SYSTEMS**

Ключевые слова: измерительная техника, квантовые методы, нанометрология.

Аннотация: В статье обоснована необходимость повышения точности, стабильности и воспроизводимости единиц величин с помощью эталонов нового поколения. Проведен обзор квантовых методов, используемых в современной метрологии.

Keywords: measurement technology, quantum methods, nanometrology.

Summary: In the article the necessity to improve the accuracy, stability and reproducibility of physical units using the standards of the new generation. The review of quantum methods used in modern metrology.

За последние годы в измерительной технике благодаря достижениям микроэлектроники произошли значительные изменения. В связи с разработкой новых датчиков в интегральном исполнении у средств измерений появились новые приложения и перспективы развития. Нашла широкое применение и цифровая измерительная техника.

В связи с постоянным расширением и усложнением задач измерений в

настоящее время достаточно часто применяются не только отдельные приборы, а измерительные системы, представляющие собой комплексы, обеспечивающие измерения различных величин с необходимой точностью, а также в ряде случаев передачу измерительной информации, её обработку и регистрацию [1].

Основой повышения точности, стабильности и воспроизводимости единиц физических величин с помощью эталонов нового поколения в настоящее время является использование квантовых закономерностей микрофизики и фундаментальных физических констант.

Переход к квантовым эталонам в последние годы является основным направлением совершенствования эталонной базы метрологических организаций многих стран [2].

Квантовые методы в современной метрологии отличаются особыми свойствами, обусловленными стабильностью физических явлений, лежащих в их основе. Функции квантовых измерительных преобразователей и приборов базируются на фундаментальных законах микромира и квантово-механических соотношениях. Поэтому во многих случаях в качестве коэффициентов преобразования таких средств измерений выступают фундаментальные физические константы, обычно известные с высокой точностью, или коэффициенты, поддающиеся точному теоретическому расчету. Это, кроме высокой точности преобразования, обеспечивает достижение значительной экономии в процессе эксплуатации современных средств измерений, поскольку они не нуждаются в градуировке и периодической поверке.

Потенциальные ресурсы стабильности параметров физических объектов микромира заключаются в наиболее эффективном способе повышения точности измерений, то есть в использовании таких методов и средств измерений, которые свободны от многих видов погрешностей и которые не требуют применения сложных методов коррекции. В этом отношении наиболее перспективными являются методы квантовой метрологии, основанные на квантовых эффектах, имеющих место на атомном и ядерном уровнях, а также бесконтактные спектрометрические (волновые) методы (особенно оптические), базирующиеся на естественных шкалах длин волн электромагнитного излучения.

Использование физических явлений, происходящих на атомном или ядерном уровнях, позволяет создавать высокочувствительные средства измерений с порогом чувствительности, равным кванту энергии одной или небольшого ансамбля атомных частиц.

По этой же причине метрологические характеристики квантовых приборов достаточно мало или вообще не зависят от изменений внешних факторов. При этом чем более глубинные явления используются, тем меньше эта зависимость. Квантовые преобразователи в большинстве случаев не искажают состояния объекта исследования.

В качестве информативного параметра выходного сигнала квантовых средств измерений во многих случаях выступает частота, являющаяся наиболее точно измеряемой физической величиной, которую легко, без искажений можно передавать на большие расстояния. Это позволяет сделать общедоступной

высокую точность измерения не только в метрологической практике, но и при технических измерениях.

Квантовые методы уже нашли применение в метрологии для создания естественных эталонов единиц ряда физических величин. На их основе уже созданы эталоны единиц длины, времени и частот, электрического напряжения, магнитной индукции, вторичный эталон температуры.

Совершенствование квантовых методов и их сочетание с современной элементной базой позволяют на их основе создавать не только высокоточные эталоны единиц физических величин, но также образцовые и рабочие средства измерений с уникальными характеристиками, которые не могут быть получены на основе применения классических методов [2, 3].

Высокая точность измерений, проводимых с использованием квантовых методов, позволяет выполнять метрологическое сопровождение технологических процессов производства материалов, структур, объектов и иной продукции с использованием нанотехнологий. В свою очередь, за разработку теории, методов и инструментов для измерения параметров объектов, линейные размеры которых находятся в нанодиапазоне, отвечает нанометрология.

Развитие нанотехнологий ужесточает требования к измерительным системам, погрешности измерений которых должны быть сравнимы с межатомными расстояниями, что требует серьезного отношения к обеспечению единства линейных измерений в нанометровом диапазоне [4].

Уже сейчас для обеспечения нормативной базы нанометрологии разработаны и внедрены семь российских стандартов [5]. Таким образом, необходимость использования квантовых методов обусловлена постоянно повышающимися требованиями к точности проведения измерений.

Применение квантовых методов в приборостроении позволяет создавать высокоточные средства измерений, обладающие высокой чувствительностью. В свою очередь, успех современного отечественного приборостроения зависит во многом от того, насколько полно реализуются технические характеристики приборов, требования к которым возрастают с ростом научно-технического прогресса [6].

#### Список литературы

1. Шишмарев В.Ю. и др. Основы проектирования приборов и систем. – М.: Юрайт, 2011. – 343 с.
2. Дресвянников А.Ф., Петрова Е.В., Ермолаева Е.А. Физические основы измерений и эталоны. – М.: ЛЕНАНД, 2011. – 296 с.
3. Гончар Л.Л., Гришаев М.Е., Малай И.М. Физические основы измерений и эталоны. – Воронеж, ВУНЦ ВВС ВВА, 2012. – 102 с. ГОСТ 25.504-82. Расчеты и испытания на прочность. Методы расчета характеристик сопротивления усталости.
4. Тодуа П.А. Нанотехнологии. Нанометрология и стандартизация // Наноиндустрия. – 2009. – № 2.
5. Новиков Ю.А., Раков А.В., Тодуа П.А. Прямое измерение ширины линии на атомно-силовом микроскопе // Измерительная техника – 2008. – № 5.2. Дресвянников А.Ф., Петрова Е.В., Ермолаева Е.А. Физические основы измерений и эталоны. – М.: ЛЕНАНД, 2011. – 296 с.

6. Боков М.М., Гришаев М.Е., Мищенко М.В. Применение методов квантовой метрологии в процессе эксплуатации современных образцов вооружения и военной техники. Фундаментальные исследования. – 2015. – № 4. – С. 28-31.

© Гришаев М.Е., Яковлев А.С., 2019

УДК 629.113.001.4

**Гришаев М.Е.**

кандидат техн. наук, доцент  
13 кафедры Военного учебно-научного центра ВВС «Военно-воздушная академия имени профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина» (г. Воронеж), РФ

Grishayev M. E.  
candidate of technical sciences,  
associate professor of the department 13  
Military educational-scientific center of  
air force «The air force academy named  
after professor N. E. Zhukovsky and  
Gagarin» (Voronezh),  
Russian Federation

**Яковлев А.С.**

курсант ФГКВБОУ ВПО «Военный учебно-научный центр Военно-воздушных сил «Военно-воздушная академия им. проф. Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина» г. Воронеж, РФ

Yakovlev A.S.  
cadet Military educational-scientific  
center of air force «The air force academy  
named after professor N.E. Zhukovsky  
and Y.A. Gagarin» (Voronezh),  
Russian Federation

## **РАСЧЕТ ПОКАЗАТЕЛЯ НАКОПЛЕНИЯ УСТАЛОСТНЫХ ПОВРЕЖДЕНИЙ В ПРОЦЕССЕ ИСПЫТАНИЙ АВТОМОБИЛЬНОЙ ТЕХНИКИ СПЕЦИАЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ**

### **CALCULATION OF FATIGUE DAMAGE ACCUMULATION INDEX DURING TESTING OF SPECIAL-PURPOSE VEHICLES**

Ключевые слова: агрегат, автомобильная техника, ускоренные испытания, узлы и агрегаты, эксперимент.

Аннотация: В данной статье рассматривается проблема создания транспортных средств с характеристиками, соответствующими предъявляемым в современных условиях требованиям.

Keywords: machine, automotive engineering, accelerated test, components and assemblies, experiment.

Summary: This paper addresses the problem of creating vehicles with characteristics appropriate to the current conditions imposed requirements.

Каждый автомобиль в процессе своего создания проходит следующие этапы, связанные с научной деятельностью:

- исследования с целью решения поставленной задачи технического характера;
- совершенствование или создание новых технических объектов, входящих в состав автомобиля;
- опытно-конструкторские разработки;

- испытания разработанных объектов.

Испытание – это разновидность научного исследования, при котором изучение и оценка производственного процесса, выполняемого объектом исследования, происходит без изменения его параметров и при тех же производственных условиях, для работы которых он предназначен.

Общие принципы испытания автомобильной техники заключаются:

- в разработке критерие оценки автомобиля при различных режимах его эксплуатации;
- в применении известных методов планирования эксперимента;
- в правильном выборе средств измерений, необходимых для проведения эксперимента.

Испытания по виду программы их проведения делятся на:

- испытания по полной программе;
- испытания по специальной программе;
- ускоренные испытания.

В настоящее время существует тенденция сокращения временных и финансовых затрат, необходимых на испытание агрегатов, входящих в состав перспективных образцов автомобильной техники. Большое внимание во всех отраслях промышленности уделяется вопросам сокращения временных параметров посредством применения ускоренных испытаний. В вопросах, касающихся ускоренных испытаний узлов и агрегатов автомобилей специального назначения, необходимо исследовать возможность разработки норм пробега по различным видам дорог с высоким уровнем нагружения [1].

При выборе модели расчета нормативов в процессе испытаний автомобильной техники специального назначения необходимо учитывать следующие требования:

- а) отказы и повреждения, возникающие на искусственных сооружениях в процессе испытаний, должны иметь такой же характер, как и при эксплуатации;
- б) конструктивные параметры искусственных сооружений должны быть стабильны в границах допустимых отклонений от их характеристик;
- в) форсировка нагрузочного режима деталей и механизмов должна осуществляться за счет увеличения частоты приложения максимальных нагрузок, характерных для рядовой эксплуатации ;
- г) программа ускоренных испытаний должна быть минимизирована по объему (пробегу) и продолжительности испытаний;
- д) материальные затраты, необходимые для проведения испытаний, должны быть минимальными.
- е) при экспериментальных исследованиях целесообразно регистрировать вертикальные и горизонтальные продольные виброускорения на транспортном оборудовании и напряжения на отдельных его деталях.
- ж) целесообразно использовать результаты ранее проведенных исследований.

Среди известных методов, используемых для разработки нормативов ускоренных испытаний, в большинстве случаев оптимальным является расчетно-

экспериментальный, как наиболее достоверный, при котором экспериментальная часть исследований выполняется на натурном образце в режимах и условиях, соответствующих нормальным испытаниям, а в форсированном режиме нагружения – на спецучастках [2]. Расчетную часть таких исследований возможно выполнять с использованием компьютерных программ. При этом главной задачей проведения эксперимента является получение достаточного количества информации о нагруженности элементов испытуемого образца при изменении прикладываемых извне нагрузок. Принимая во внимание определенную конфигурацию деталей (механизмов) автомобиля и характер их соединения между собой, а также то, что они подвержены преимущественно знакопеременной внешней нагрузке, возникающей от воздействия профиля дороги на колеса, для оценки прочности деталей необходимо использовать показатель накопления усталостных повреждений  $F_{i,j}$ :

$$F_{i,j} = \sum_{i,j=1}^z \delta_{i,j}^m N_{i,j}, \quad (1)$$

где  $\delta_i$  – напряжение в материале k-ой детали; m – показатель кривой усталости; N – число цикла нагружения; z – количество интервалов процесса нагружения деталей TrO.

Данный показатель наилучшим образом описывает характер нагружения исследуемого узла [2, 3, 4].

После вычисления значений показателя F на следующем этапе необходим расчет норм пробега по спецучасткам путем сопоставления нагруженности элементов на стандартных дорогах со специальными участками испытательного полигона. Общий пробег специального автомобиля в процессе испытаний по сокращенной программе уменьшается примерно в 5 раз. Указанный подход позволяет сократить денежные средства необходимые для проведения государственных испытаниях одного образца автомобильной техники примерно в 8-9 раз [3].

#### Список литературы

1. Капустин В.П., Боков М.М., Гришаев М.Е. Основы форсированных испытаний специального оборудования транспортных средств специального назначения. Современные проблемы науки и образования – 2015. № 1-1. – С. 29-35.
2. Безверхий С.В., Яценко Н.Н. Основы технологии полигонных испытаний и сертификация автомобилей. М.: ИПК Издательство стандартов, 1996.
3. Капустин В.П. Методические основы ускоренных испытаний отдельных узлов транспортных средств специального назначения. Воронеж: ВУНЦ ВВС «ВВА», (г. Воронеж), 2012. 154 с.
4. ГОСТ 25.504-82. Расчеты и испытания на прочность. Методы расчета характеристик сопротивления усталости.

© Гришаев М.Е., Яковлев А.С., 2019

УДК 62-791.2

**Дзюбенко О.Л.**

канд. пед. наук, доцент, доцент  
кафедры Военного учебно-научного  
центра ВВС «Военно-воздушная  
академия имени профессора  
Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина»  
(г. Воронеж), РФ

Dzyubenko O.L.  
Ph.D., associate professor, senior lecturer  
of the department Military  
educational-scientific center of air force  
«The air force Academy named after  
Professor N.E. Zhukovsky and  
Y.A. Gagarin» (Voronezh),  
Russian Federation  
Klyuyev D.A.

**Клюев Д.А.**

курсант Военного учебно-научного  
центра ВВС «Военно-воздушная  
академия имени профессора Н.Е.  
Жуковского и Ю.А. Гагарина»  
(г. Воронеж), РФ

cadet Military educational-scientific center  
of air force «The air force Academy named  
after Professor N.E. Zhukovsky and Y.A.  
Gagarin» (Voronezh), Russian Federation

## **МЕТОДИКА ОБНАРУЖЕНИЯ ПРИЧИН НЕИСПРАВНОСТЕЙ КОМБИНИРОВАННЫХ ЭЛЕКТРОИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ ПРИБОРОВ**

### **TROUBLESHOOTING TECHNIQUES COMBINED ELECTRIC MEASUREMENT INSTRUMENTS**

Ключевые слова: неисправности электрооборудования, автомобильные шасси.

Аннотация. В процессе эксплуатации автомобильных шасси нередко возникают проблемы с диагностикой электрооборудования. Рассматривается методика обнаружения неисправностей комбинированных электроизмерительных приборов.

Keywords: electrical equipment malfunctions, automobile chassis.

Annotation. In the process of operating the automobile chassis, there are often problems with the diagnosis of electrical equipment. The search method for detecting electrical equipment malfunctions is considered.

Комбинированными электроизмерительными приборами при диагностике неисправностей электрооборудования автомобильных шасси пользуется широкий круг лиц, часто не обладающий специальными знаниями в области радиоэлектронных измерений. Наиболее проблемным при ремонте электрооборудования автомобильных шасси является процесс диагностики электрических цепей, т.к. большинство неисправностей носит скрытый характер и не могут быть обнаружены внешним осмотром. Процесс поиска неисправности представляет собой последовательность тестовых экспериментов над электрической цепью и принятия диагностического промежуточного или конечного решения.

При разработке, производстве и эксплуатации радиоэлектронных устройств с применением электронной измерительной аппаратуры применяются различные методы измерений физических величин. Многие из таких измерений

обеспечиваются переносными комбинированными электроизмерительными приборами.

В процессе эксплуатации комбинированных приборов могут возникать различного вида неисправности, как вызванные износом и старением элементов системы, так и неправильными действиями личного состава [1]. Анализ причин неисправностей в комбинированных приборах облегчает дефектацию и их последующий ремонт. В результате проведенного анализа установлены основные причины возникновения неисправностей комбинированных электроизмерительных приборов:

1. Перегрузки. При перегрузках возникают как механические, так и электрические неисправности: нарушение изоляции, обрывы и короткие замыкания в цепях, потемнение шкал и стекол, повреждение указателя измерительного механизма, оплавление контактов, сгорание токоподводящих растяжек, заклинивание подвижных частей, выход из строя электрорадиоэлементов.

2. Естественный износ при длительной эксплуатации: изнашиваются концы осей (керны) измерительного механизма, стареют (теряют свойства) магниты, ослабевает крепёж и нарушается взаимное расположение деталей, окисляются металлические детали, расслаиваются платы, изменяются упругие свойства токоподводящих растяжек, изменяется цвет шкал, отслаивается краска на стрелках и шкалах, отклеиваются стёкла, ломаются винты корректоров, деформируются ограничители движения стрелки, изменяются параметры электрорадиоэлементы.

3. Воздействие радиации на материалы и электрорадиоэлементы вызывает радиационные повреждения, приводящие к обратимым и необратимым изменениям их параметров. Под влиянием нейтронного облучения происходят изменения значений параметров металлов, таких как коэрцитивная сила, магнитная проницаемость и остаточное намагничивание.

4. Климатические факторы (температура, влажность, давление воздуха, солнечная радиация, ветер, пыль и песок) ускоряют старение комбинированных приборов.

5. Длительное хранение приборов, особенно в условиях, отличающихся от нормальных, также является причиной возникновения неисправностей приборов.

6. Эксплуатационные факторы обусловлены действиями обслуживающего персонала, которые снижают работоспособность приборов или вызывают их отказы.

Поисковый метод обнаружения причин неисправностей комбинированных приборов (диагностика) – сложный и трудоемкий процесс, на который уходит до 70% от всего времени, затрачиваемого на ремонт прибора. Наиболее целесообразной последовательностью сбора информации при поиске причин неисправности является постепенное сужение границ области неисправной части прибора до тех пор, пока неисправность не будет локализована до конкретного поврежденного элемента. Для этого предлагается разработанная методика обнаружения неисправностей:

1. Внешний и внутренний осмотр. Преимуществом является простота и

наглядность. Главный недостаток – ограниченность, обнаружить неисправности удастся только при наличии явно выраженных внешних признаков.

2. Метод характерных признаков. Не требует глубоких знаний физических процессов в ремонтируемом приборе и повышает эффективность работы малоопытного ремонтника. Исправность прибора оценивается по перечню характерных неисправностей на основании признаков, характеризующих эти неисправности однозначно.

3. Метод последовательной поэлементной проверки. Заключается в том, что подозреваемые в неисправности элементы прибора заменяются заведомо исправными. Если после замены элемента признаки нормальной работы восстанавливаются, считают, что причиной отказа был замененный элемент.

4. Метод половинного разбиения (средней точки). При первой проверке схему прибора делят приблизительно на две равные части, либо по количеству элементов, либо по условной вероятности отказов элементов схемы. После первой проверки каждой части схемы выполняют вторую, при которой неисправная часть схемы разделена на две равные части. Процесс повторяют до тех пор, пока не будет обнаружен неисправный элемент.

5. Метод сравнения. Режимы работы исследуемого неисправного участка сравниваются с реальными режимами работы однотипного заведомо исправного прибора. Данный метод может быть применим при наличии исправных однотипных приборов.

6. Промежуточные измерения. Один из широко распространенных способов на конечном этапе поиска неисправностей, когда границы сужены до участка и остается найти неисправный элемент. Он заключается в выявлении неисправного элемента путем произведения измерения сопротивления цепей, режимов питания и других параметров. Результаты сравниваются с контрольными картами сопротивлений и напряжений, таблицами режимов или рисунками на полях электрических схем. Там где отсутствуют карты сопротивлений (напряжений), целесообразно составить их самостоятельно, конкретно для каждого типа прибора [2]. Поиск неисправностей комбинированных приборов является процессом, требующим соответствующих теоретических знаний, практических навыков, многостороннего подхода, а зачастую и многократного повторения одних и тех же операций. Неисправности отыскивают в несколько этапов с постепенным сужением круга поиска, сочетая логический анализ с визуальным и инструментальным контролем. Для обнаружения и устранения неисправностей, поступившие в ремонт комбинированные приборы, подвергаются: внешнему осмотру без вскрытия прибора; опробованию в режимах измерения силы тока, напряжения и сопротивления; внутреннему осмотру после вскрытия прибора; проверке под током (напряжением); регулированию и настройке.

Внешний осмотр прибора проводится без снятия с прибора крышки или основания. При этом проверяют наличие и сохранность действующих мастичных клеев, состояние корпуса, работу корректора, уравновешенность подвижной части измерительного механизма, свободное перемещение указателя, отсутствие отсоединившихся деталей и посторонних предметов, герметичность и надежность

крепления стекла, исправность соединительных проводников, исправность переключателей и клемм. Головка корректора должна свободно перемещаться вправо и влево с перемещением указателя в соответствующую сторону относительно нулевой отметки шкалы. Уравновешенность подвижной части измерительного механизма определяется путем наклона прибора в разные стороны на угол  $5^\circ$ . Если при этом смещение указателя от нулевого положения будет превышать значения основной допустимой погрешности, измерительный механизм подлежит ремонту – уравновешиванию подвижной части.

Исправность соединительных проводников проверяется с помощью омметра. При проверке обращается внимание на исправность наконечников проводников. Переключатель должен переключаться без больших усилий и четко фиксироваться в каждом положении. Ручки потенциометров должны вращаться плавно, без заеданий. Клеммы (зажимы) должны быть надежно закреплены, не иметь сколов, обеспечивать надежный контакт подсоединяемых проводников [3].

В измерительном механизме могут быть следующие неисправности: обрыв растяжки; обрыв цепи рамки; нарушение уравновешенности подвижной части; затирание. Обрыв растяжки обнаруживается при осмотре измерительного механизма. Обрыв в цепи рамки обнаруживается с помощью омметра. При данной неисправности измерительный механизм подлежит замене. Устранение неуравновешенности производится путем добавления или уменьшения количества припоя на противовесы стрелки. В том случае, если стрелка искривлена, перед уравновешиванием ее следует выпрямить. При затирании стрелка прибора будет возвращаться к нулевой отметке скачками или вовсе остановится в какой-то точке шкалы. Затирание может быть между рамкой и магнитом, между стрелкой и неровностями шкалы, возможно попадание металлической стружки или посторонних включений в зазор между рамкой и магнитом. Неисправность устраняется путем ликвидации причины, ее вызвавшей [4].

Таким образом, в диагностике неисправностей электрооборудования автомобильных шасси большое значение имеет опыт эксплуатации и ремонта комбинированных приборов, знание их слабых мест, характерных неисправностей и причин их возникновения. Поэтому необходимо постоянно накапливать статистический материал по неисправностям, приводить детальный анализ вызвавших их причин, составлять и постоянно дополнять перечни неисправностей по каждому типу приборов. Предлагаемая методика будет способствовать оперативности восстановления комбинированных электроизмерительных приборов.

#### Список литературы

1. Кулаков Е.В. Переносные стрелочные комбинированные приборы. Справочник по измерительной технике. М.: NT Press, 2005 – 208 с.
2. Зайцев С.В., Потерпеев Ю.П. Методическое пособие по ремонту переносных комбинированных приборов. Тейково: ЦБИТ РВСН, 1999 – 20 с.
3. Дзюбенко О.Л., Подстреха С.В., Чмутин Е.В. Методы обнаружения неисправностей и операции проведения ремонта комбинированных измерительных приборов // Современные

научные исследования и инновации. 2006. № 8 [Электронный ресурс]. <http://web.snauka.ru/issues/2016/08/70182> (дата обращения 09.08.2018).

4. Дзюбенко О.Л., Ключев Д.А. Анализ методов обнаружения неисправностей измерительных механизмов электроизмерительных приборов: Международная научно-практическая конференция «Молодежный форум: прикладная математика. Математическое моделирование систем и механизмов» ФГБОУ ВО «Воронеж. гос. лесотехн. университет им. Г.Ф. Морозова.» г. Воронеж 18-20 декабря 2017 г. при поддержке РФФИ. - Воронеж, 2017.

© Дзюбенко О.Л., Ключев Д.А., 2019

УДК 658.562

**Дзюбенко О.Л.**

канд. пед. наук, доцент, доцент  
кафедры Военного учебно-научного  
центра ВВС «Военно-воздушная  
академия имени профессора  
Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина» (г.  
Воронеж), РФ

**Кутищев Д.С.**

канд. тех. наук, доцент кафедры  
Военного учебно-научного центра ВВС  
«Военно-воздушная академия имени  
профессора Н.Е. Жуковского и  
Ю.А. Гагарина» (г. Воронеж), РФ

**Свиридов В.Г.**

канд. тех. наук, старший  
преподаватель Военного учебно-  
научного центра ВВС «Военно-  
воздушная академия имени профессора  
Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина»  
(г. Воронеж), РФ

**Махинов Д.Н.**

студент автомобильно-транспортного  
института (г. Воронеж)

**Dzyubenko O.L.**

Ph.D., associate professor, associate  
professor of the department Military  
educational-scientific center of air force «The  
air force Academy named after Professor N.E.  
Zhukovsky and Y.A. Gagarin» (Voronezh),  
Russian Federation

**Kutishev D.S.**

PhD in Engineering, associate professor of  
the department Military educational-scientific  
center of air force «The air force Academy  
named after Professor N.E. Zhukovsky and  
Y.A. Gagarin» (Voronezh), Russian  
Federation

**Sviridov V.G.**

PhD in Engineering, senior lecturer  
Military educational-scientific center of air  
force «The air force Academy named after  
Professor N.E. Zhukovsky and Y.A. Gagarin»  
(Voronezh), Russian Federation

**Mahinov D.N.**

student of the automobile transport institute  
(Voronezh)

## **МЕТРОЛОГИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ КАЧЕСТВА ПРОДУКЦИИ ДВОЙНОГО НАЗНАЧЕНИЯ**

### **METROLOGICAL SUPPORT PRODUCT QUALITY DOUBLE PURPOSE**

Keywords: dual-use products, product quality.

Abstract. The article discusses the stages of metrological quality assurance of dual-use products.

Ключевые слова: продукция двойного назначения, качество продукции.

Аннотация. В статье рассматриваются этапы метрологического обеспечения качества продукции двойного назначения.

Продукция двойного назначения – продукция (работы, услуги), предназначенная к поставке для народного хозяйства и нужд обороны страны с едиными требованиями, изготавливаемая по утвержденной (согласованной с государственными заказчиками) документации.

Экономика РФ на настоящем этапе находится довольно в непростой ситуации. В ответ на внешнее экономическое воздействие руководство нашей страны было вынуждено ограничить импорт продукции тех иностранных государств, которые поддерживали санкционную политику в отношении РФ.

Данное ограничение сыграло положительную роль в развитии экономики страны, в частности, продукции двойного назначения. В обеспечении высоких качественных показателей образцов разрабатываемой отечественной продукции двойного назначения первостепенная роль принадлежит достоверным измерениям технических параметров: без правильно выполненных измерений нельзя судить об их качестве и надежности. Достоверность результатов измерений зависит от выбранных, методов и средств измерений, а также от правильного определения их результатов, которые должны обеспечить единство и требуемую точность. В процессе производства и эксплуатации поддержание конкурентоспособности отечественной продукции двойного назначения на требуемом уровне, в условиях непростых внешнеэкономических отношений, достигается за счет информации, получаемой в результате: измерения метрологических характеристик, определяющих качество измерения параметров при контроле, диагностике и прогнозировании технического состояния; измерения режимов и условий функционирования продукции.

Метрологическое обеспечение качества продукции способствует получению достоверной информации и имеет две цели: ее использованию в процессах применения по назначению и управления их техническим состоянием. Чтобы конкретизировать назначение измерений и порядок их выполнения, целесообразно рассмотреть основные этапы жизненного цикла продукции – подготовку к применению, применению по назначению, техническое обслуживание, хранение и т.д.

Качество является наиболее обобщенной и в то же время единственной характеристикой предмета, отражающей совокупность бесконечного множества всех его свойств. Прежде всего, товар должен обладать такой совокупностью физико-механических, химических, электрических и тому подобных свойств, которая представляет собой его потребительскую стоимость и отвечает требованию покупателя товара. Требуемый уровень качества продукции двойного назначения закладывается уже на этапе ее разработки, реализуется на этапах технологической подготовки производства и собственно производства и поддерживается в процессе эксплуатации. При этом решаются следующие основные задачи: формирование различных (экономических, технических, эргометрических, гигиенических и пр.) требований к продукции; достоверная

оценка достигнутого уровня качества продукции путём проведения испытаний; контроль качества продукции в процессе производства и приемки продукции заказчиком и т.д.

Очевидно, что контроль качества занимает важное место при разработке и производстве продукции, поскольку служит для своевременного выявления ошибок, допускаемых при разработке, для получения полной и достоверной информации о всех отклонениях в процессе ее изготовления.

Достижение высоких показателей у разрабатываемых образцов продукции двойного назначения возможно при обеспечении необходимой точности и полноты измерений параметров разрабатываемых образцов, а также условий, в которых эти параметры измеряются. В ходе разработки образцов продукции двойного назначения измерения служат одним из основных источников получения необходимой и достоверной информации о достигнутом уровне технических характеристик. Для получения окончательных проектных решений необходимы экспериментальные исследования характеристик и режимов работы создаваемых образцов продукции.

Результаты измерений используют также для своевременного выявления и предупреждения ошибок и дефектов, допущенных при проектировании. Поэтому при разработке продукции двойного назначения проводят различного рода испытания опытных образцов в различных лабораториях, а также в реальных условиях эксплуатации. В процессе проектирования метрологическое обеспечение направлено на достижение требуемых характеристик разрабатываемой продукции двойного назначения путем научно обоснованного выбора методов измерений, определения совокупности подлежащих измерениям параметров и характеристик, установления значений допускаемых, отклонений на каждый из параметров, учета условий проведения измерений, использования необходимых средств, обеспечивающих измерение и контроль, выбранных параметров и характеристик изделий и технологических процессов с требуемой точностью, правильного выполнения измерений и обработки их результатов в соответствии со стандартизованными или вновь разрабатываемыми методиками.

Поэтому необходимо, чтобы в ходе метрологического обеспечения разработки продукции двойного назначения осуществлялось: установление или выбор параметров образцов, подлежащих измерениям и измерительному контролю при испытаниях, производстве и эксплуатации, а также параметров технологических процессов, контролируемых в ходе производства продукции; выбор средств, обеспечивающих измерения и контроль выбранных параметров и характеристик разрабатываемых образцов и комплексов, а также измерение параметров и характеристик технологических процессов с требуемой точностью; своевременная разработка методов и средств измерений и изготовление недостающих средств измерений и испытаний; метрологическая экспертиза различных метрологических органов и служб, порядок и правила измерений параметров продукции двойного назначения, поверки и ремонта средств измерений и другие вопросы. Качество этих документов во многом определяет правильность и эффективность работ по метрологическому обеспечению качества

продукции.

В ходе метрологического обеспечения испытаний образцов продукции двойного назначения необходимо выполнение следующих мероприятий:

установления соответствия достигнутой точности измерений параметров и характеристик образцов продукции значениям, определённым при проектировании, и при необходимости формирование дополнительных предложений по повышению уровня метрологического обеспечения, в частности, уточнение номенклатуры параметров, подлежащих измерению и контролю;

использования аттестованных методик измерений и поверенных средств измерений, надзор за их состоянием и правильности применения;

проведения метрологической экспертизы конструкторской и технологической документации в целях анализа и оценки технических решений и уровня метрологического обеспечения, разрабатываемых образцов продукции.

В ходе метрологического обеспечения производства образцов продукции двойного назначения достигаются требуемые показатели качества с помощью объективного измерительного контроля каждой операции технологического процесса, взаимозаменяемостью изготавливаемых изделий, повышение производительности за счет автоматизации процессов измерений и измерительного контроля, увеличения стабильности технологических процессов и снижения затрат на устранение или переделку брака.

Вся информация, получаемая с помощью разнообразных измерений, является основой управления качеством выпускаемой продукции. Вследствие этого контроль, который ранее рассматривался как вынужденная, но нежелательная процедура, становится неотъемлемой частью современного технологического процесса изготовления продукции двойного назначения. Таким образом, высокое качество выпускаемых образцов продукции двойного назначения зависит от стабильности производства, невозможной без достоверной информации о качестве исходных материалов, сырья, полуфабрикатов, режимах и параметрах технологических процессов.

#### Список литературы

1. Литвинов В. Г. Метрологическое обеспечение измерительного контроля. Учебное пособие. –М.: ВА им. Ф.Э. Дзержинского, 1985, 352 с.

2. Сычев Е.И. и др. Основы метрологии военной техники. Учебник. –М.: Военное издательство, 1993, -400 с.

3. Дзюбенко О.Л., Чмутин Е.В. Метрологическое обеспечение качества продукции // Современные научные исследования и инновации. 2016. № 9 [Электронный ресурс]. URL: <http://web.snauka.ru/2016/09/70895> (дата обращения: 09.08.2018).

4. Дзюбенко О.Л., Чмутин Е.В. Проблемы метрологического обеспечения качества товаров и услуг / Материалы II Международной науч.-техн. конференции «Стандартизация, управление качеством и обеспечение информационной безопасности в перерабатывающих отраслях АПК и машиностроении» 28 октября 2016 года [Текст] - Воронеж: ВГУИТ, 2016.

© Дзюбенко О.Л., Кутищев Д.С., Свиридов В.Г., Махинов Д.Н., 2019

УДК 006.91

**Дзюбенко О.Л.**

канд. пед. наук, доцент, доцент кафедры  
Военного учебно-научного центра ВВС  
«Военно-воздушная академия имени  
профессора Н.Е. Жуковского и  
Ю.А. Гагарина» (г. Воронеж), РФ

Dzyubenko O.L.

Ph.D., associate professor, senior  
lecturer of the department Military  
educational-scientific center of air force  
«The air force Academy named after  
Professor N.E. Zhukovsky and  
Y.A. Gagarin» (Voronezh),  
Russian Federation

**Чмутин Е.В.**

курсант Военного учебно-научного центра  
ВВС «Военно-воздушная академия имени  
профессора Н.Е. Жуковского и  
Ю.А. Гагарина» (г. Воронеж), РФ

Chmutin E.V.

cadet Military  
educational-scientific center of air force  
«The air force Academy named after  
Professor N.E. Zhukovsky and  
Y.A. Gagarin» (Voronezh),  
Russian Federation

## **ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ЭКСПЛУАТАЦИИ АВТОМОБИЛЬНОГО ТРАНСПОРТА**

### **INNORMATION TECHNOLOGIES IN THE OPERATION OF ROAD TRANSPORT**

Ключевые слова: геоинформационные системы и технологии, эксплуатация автомобильного транспорта.

Аннотация. В статье рассматривается применение информационных технологий в эксплуатации военного автомобильного транспорта и в деятельности автотранспортного предприятия.

Key words: geoinformation systems and technologies, operation of motor transport.

Annotation. The article deals with the use of information technologies in the operation of military motor vehicles and in the activities of a road transport enterprise.

В настоящее время актуальные проблемы обеспечения дорожной безопасности, логистики, сервиса и эксплуатации автомобильного транспорта, как в военной сфере, так и в сфере управления автотранспортным предприятием, решаются за счет применения на практике современных инновационных технологий, в частности, геоинформационных систем и технологий (ГИС и Т), данных дистанционного зондирования Земли (ДДЗ) и навигационных систем.

Одним из основных векторов развития ГИС и Т – совместное и широкое применение данных высокоточного глобального позиционирования того или иного объекта на воде или на суше, полученные с помощью систем ГЛОНАСС и GPS [1].

Эти системы уже давно широко используются в морской навигации, воздухоплавании, геодезии, военной сфере, на автомобильном транспорте. Применение их в сочетании с ГИС и Т и ДДЗ образует мощную триаду

высокоточной, актуальной, вплоть до режима реального времени, постоянно обновляемой, объективной и плотно насыщенной территориальной информацией. Спутниковые радионавигационные системы ГЛОНАСС (ГЛОбальная НАвигационная Спутниковая Система и Глобальная система место определения («GlobalPositioningSystem») - GPS NAVSTAR предназначены для определения текущих координат пользователя на поверхности Земли или в околоземном пространстве. Принцип измерения ГЛОНАСС аналогичен американской системе навигации NAVSTAR GPS [2].

В системе ГЛОНАСС сигналы получают приемником от 24 искусственных спутников Земли, которые вращаются по 12 часовым орбитам на средневысотной круговой орбите на высоте 19400 км в трех орбитальных плоскостях. В аналогичной американской спутниковой GPS-системе орбиты спутников располагаются примерно между 60 градусами северной и южной широты.

Этим достигается то, что сигнал хотя бы от некоторых спутников будет приниматься в любой точке земной поверхности и околоземного пространства в любое время при условии прямой видимости спутников. Система NAVSTAR GPS оплачивается и находится под контролем Департамента обороны США [3].

В нашей стране ГИС и Т широко используются в многообразных сферах и направлениях территориальной деятельности силовых ведомств: МО, МВД, МЧС, ФСБ, ФСИН, ФСО, Национальной гвардии и других.

Несмотря на разницу в задачах этих структур, их организацию и т.д., все они работают с пространственно-координированными данными, данными дистанционного зондирования, цифровой картографической информацией, преимущественно не только с целью просмотра, но и всестороннего анализа.

Возрастающие объем и разнообразие необходимой информации требуют в Вооруженных Силах (ВС) профессионально подготовленных специалистов для управления военным автомобильным транспортом, и в частности, наземным обеспечением боевых действий сухопутных войск, авиации, флота, грамотно регулирующих эффективные и контролируемые процессы сбора, накопления, интеграции и использования всех необходимых руководителю информационных ресурсов, т.е. применения геоинформационных технологий и автоматизированных систем.

Таким образом, применение ГИС и Т в подготовке военных специалистов наземного обеспечения является вполне обоснованным.

С помощью ГИС и Т выпускники военного вуза смогут производить решение следующих задач наземного обеспечения боевых действий сухопутных войск, авиации, флота [4,5]:

использовать геоинформационные системы и технологии для сбора, хранения, обработки, анализа и распространения гидрометеорологической информации в интересах метеообеспечения авиации и других видов ВС РФ;

оценивать летно-метеорологические условия по данным дистанционного зондирования в интересах гидрометеорологического обеспечения сухопутных войск, авиации, флота;

производить расчеты полей метеовеличин и опасных явлений погоды для разработки специализированных прогнозов погоды различной заблаговременности;

производить научные исследования в целях совершенствования метеообеспечения авиации, других видов ВС и силовых ведомств;

выполнять с помощью ГИС и Т вертикальную планировку грунтовых поверхностей и искусственных покрытий аэродромов;

проводить с использованием навигационной аппаратуры автомобильные марши с получением информации о состоянии колонны вплоть до режима реального времени;

Военные специалисты, закончившие службу в силовых ведомствах нашего государства, нередко продолжают свою трудовую деятельность в структурах отечественных автотранспортных предприятий.

Полученная подготовка в военных вузах по эксплуатации военного автомобильного транспорта и обеспечению дорожной безопасности с применением ГИС и Т будет способствовать эффективному управлению автотранспортными средствами на гражданских предприятиях.

Системы мониторинга и логистики автотранспортного предприятия основываются на данных, полученных с помощью систем ГЛОНАС и GPS и предназначены для автоматизированного управления транспортными средствами (ТС) со стороны диспетчерского центра (ДЦ).

Основные функции, выполнение которых возможно с применением ГИС и Т современными системами мониторинга автомобильного транспорта на предприятии [6]:

- передача навигационной и телеметрической информации на ДЦ как по запросу, так и автоматически с дистанционно задаваемым интервалом или по событию, к примеру, дорожно-транспортному происшествию (ДТП);

- определение координат места нахождения, скорости и направления движения ТС в привязке к текущему времени в любое время суток при любой погоде с помощью сигналов спутниковых навигационных систем GPS и/или ГЛОНАСС. Среднеквадратичная ошибка определения координат (СКО) - не более 10 м;

- сбор и накопление навигационной и телеметрической информации в цифровых накопителях;

- передача информации из энергонезависимой памяти на ДЦ по каналу мобильной связи или по радиоканалу;

- представление местоположения ТС в виде условного знака на электронной карте диспетчера;

- разработка маршрутов следования (в ручном режиме);

- учет пробега автомобилей и средней скорости движения ТС;

- учет времени незапланированного простоя ТС;

- осуществление голосовой связи между ДЦ и ТС;

- количество ДТП на маршруте, интенсивность дорожного движения в зависимости от внешних факторов (дорожно-ремонтных работ, погодных условий, стихийных бедствий, экологической обстановки и пр.) и т.д.

В настоящее время около 80% всей мониторинговой информации содержит геоданные, то есть разнородные сведения о распределенных в пространстве объектах, явлениях и процессах.

Обладание такой координатно-привязанной информацией и возможность ее быстрого просмотра и анализа играет важную роль в управлении и развитии транспортной инфраструктуры предприятия.

В решение экономических проблем, проблем логистики автомобильного транспорта помогает грамотное применения ГИС и Т, ДДЗ, навигационных систем. Таким образом, модернизации производства, эффективная деятельность по управлению автомобильным транспортом в непростых современных экономических условиях невозможна без внедрения новых инновационных технологий.

#### Список литературы

1. Дзюбенко О.Л., Чмутин Е.В. Применение информационных систем и технологий в эксплуатации военных автотранспортных средств: Общество и экономическая мысль в XXI в.: пути развития и инновации [Электронный ресурс]: материалы юбилейной IV Международной научно-практической конференции (31 марта 2016 г.). – Электрон. текстовые дан. (7,08 Мб). – Воронеж: Воронежский филиал РЭУ имени Г.В. Плеханова, 2016. – 1 электрон. опт. диск (CD-ROM).

2. Навигационная аппаратура потребителей глобальных спутниковых систем «ГЛОНАСС» И GPS. Эксплуатационная документация КБ навигационных систем «НАВИС». – М.: Воениздат, 2004. – 324 с.

3. Иванников, А.Д., Кулагин В.П., Тихонов А.Н. Геоинформатика / А.Д. Иванников, В.П. Кулагин, А.Н. Тихонов. – М.: МАКС Пресс, 2001. – 349 с.

4. Дзюбенко О.Л., Бертлеуов К.А. Применение геоинформационных систем и технологий в подготовке специалистов в военном вузе / Материалы XIV Международной науч.-метод. конф. «Информатика: проблемы, методология, технологии», Воронеж, ВГУ, 2014 г.

5. Зибров Г.В. Историко-педагогический анализ военно-профессиональной подготовки в вузах Военно-Воздушных Сил: Монография: – Воронеж: Научная книга, 2003. – 136 с.

6. Дзюбенко О.Л., Чмутин Е.В. Геоинформационные системы и технологии в эксплуатации военного автомобильного транспорта и в деятельности автотранспортного предприятия / Материалы XVII Международной конференции «Информатика: проблемы, методология, технологии» (IPMT-2017) [Текст]: [материалы в 3 т.] – Воронеж: ВГУ, 2017.

© Дзюбенко О.Л., Чмутин Е.В., 2019

УДК 665.743.3:629.7.082

**Егенов Ж.К.**

курсант ФГКВОУ ВО «Военный учебно-научный центр Военно-воздушных сил «Военно-воздушная академия имени профессора Н.Е.Жуковского и Ю.А.Гагарина» (г. Воронеж) МО РФ

**Абрамова И.Н.**

кандидат биологических наук, доцент кафедры метрологии и метрологического обеспечения вооружения и военной техники ФГКВОУ ВО «Военный учебно-научный центр Военно-воздушных сил «Военно-воздушная академия имени профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина» (г. Воронеж) МО РФ

**Абрамов О.В.**

доктор технических наук, профессор кафедры общепрофессиональных дисциплин ФГКВОУ ВО «Военный учебно-научный центр Военно-воздушных сил «Военно-воздушная академия имени профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина» (г. Воронеж) МО РФ

Egenov G.K.

cadet FSOMEI HE «Military Educational and Scientific Centre of the Air Force N.E. Zhukovsky and Y.A. Gagarin Air Force Academy» (Voronezh) the Ministry of Defence of the Russian Federation

Abramova I.N.

candidate of biological Sciences, associate professor of metrology and metrological support of weapons and military equipment FSOMEI HE «Military Educational and Scientific Centre of the Air Force N.E. Zhukovsky and Y.A. Gagarin Air Force Academy» (Voronezh) the Ministry of Defence of the Russian Federation

Abramov O.V.

doctor of technical sciences, professor department of general professional disciplines FSOMEI HE «Military Educational and Scientific Centre of the Air Force N.E. Zhukovsky and Y.A. Gagarin Air Force Academy» (Voronezh) the Ministry of Defence of the Russian Federation

## **ПУТИ РЕШЕНИЯ МЕТРОЛОГИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА АВИАТОПЛИВА**

### **SOLUTIONS OF METROLOGICAL SUPPORT OF QUALITY CONTROL OF AVIATION FUEL**

Ключевые слова: контроль качества авиатоплива, развитие метрологического обеспечения средств измерений, мобильные лаборатории.

Аннотация: В статье рассмотрены вопросы совершенствования организации метрологического обеспечения контроля качества авиатоплива.

Keywords: aviation fuel quality control, development of metrological assurance of measuring, mobile laboratory.

Summary: In article questions of improvement of the organization of metrological support of quality control of aviation fuel are considered.

Обеспечение безопасности полетов является одной из основных задач

авиации. Решение этой задачи зависит от своевременного выявления опасных факторов, которые оказывают влияние на техническое состояние воздушного судна и на способность выполнения поставленных задач. Одним из решающих факторов в обеспечении безопасности полетов, надежности, долговечности, эффективности и экономичности работы систем воздушных судов является качество используемого авиатоплива.

К выпускаемым в настоящее время видам авиатоплива предъявляются строгие требования по регламентированному составу, физическим и химическим свойствам, условиям производства, хранения, транспортировки, использования. В соответствии с постоянно ужесточающимися требованиями нормативно-технической документации (технические регламенты, ГОСТы, стандарты организаций – производителей нефтепродуктов, спецификации покупателей нефтепродуктов и др.) на нефтеперерабатывающих производствах усиливается текущий контроль – внедряются системы менеджмента качества, которые включают многоступенчатые системы контроля.

Однако на протяжении всего периода развития авиации актуальными остаются аспекты, связанные с возможностью удостовериться в качестве используемого авиатоплива [1].

Качеству и кондиционности авиатоплива в последнее время уделяется все больше внимания, особенно на государственном уровне и контролируется на всех этапах от процесса производства на нефтеперерабатывающих заводах и транспортировки до заправки в бак воздушного судна по физико-химическим эксплуатационным показателям. Оценка качества топлива производится испытательными лабораториями к которым предъявляются жесткие требования по оснащенности приборами и применению современных методов контроля.

Испытательные лаборатории проводят исследования по определению показателей качества авиатоплива, нормируемых в различного рода технических требованиях (specifications), в зависимости от целей их применения. Постоянно контролируется до тридцати характеристик: плотность, фракционный состав, кислотность, температура вспышки, кинематическая вязкость, концентрация смол, содержание воды и механических примесей, температура начала кристаллизации, взаимодействие с водой и удельная электропроводность и т.д. Все результаты испытаний обязательно подтверждаются паспортом качества изготовителя и контрольным талоном, выданным по результатам лабораторных испытаний персоналом службы ГСМ, который несет личную ответственность за достоверность представленных данных и за сохранность качества авиатоплива [2].

Интенсивное развитие технологий авиатоплива измененного состава с синтетическими компонентами и присадками, позволяющие увеличить производительность топливозаправочных комплексов, влечет за собой такие проблемы эксплуатации как: повышенный износ топливной аппаратуры; прогар камер сгорания двигателей; микробиологическая зараженность авиатоплив; преждевременное засорение топливных фильтров тонкой очистки; повышенная электризуемость авиационных топлив.

Статистика лабораторных испытаний авиационного топлива на соответствие

требованиям ГОСТ 10227 за период с 2011 по 2015 года, предоставленная лабораторией ГСМ ООО «ТЗК Енисей» аэропорта Емельяново показала, что из десяти показателей качества авиатоплива, определяемых лабораторией, значения пяти находились на пределе норм [3].

За время действия Приказа № ДВ-126 [2] зарегистрированы случаи, когда применения некондиционного топлива (отклонение отдельных показателей качества от норм, длительное хранение и наличие примесей других материалов) послужило прямой или косвенной причиной серьезных инцидентов и авиакатастроф. Результаты расследований авиапроисшествий, связанных с применением некондиционного топлива, показывают, что особое внимание необходимо уделить усилению контроля за деятельностью служб ГСМ. Сохранность качества топлива зависит от чистоты тары для транспортировки топлива до мест применения; соблюдения условий хранения топлива на месте применения; соблюдения норм технологических процессов приема, хранения и выдачи на заправку воздушных судов; соблюдения регламентных сроков обслуживания оборудования, через которое производится перекачка топлива на складе горюче-смазочных материалов.

В связи с вышеизложенным актуальным является решение задачи проведения оперативного контроля качества авиатоплива на всех участках вплоть до заправки в бак воздушного судна по максимальному количеству показателей и на высоком техническом уровне.

Стационарные испытательные лаборатории являются аккредитованными, т.е. независимы, технически оснащены, имеют компетентный персонал. Однако, для проведения постоянного мониторинга состояния авиатоплива, а также совершенствования путей обеспечения качества топлива на всех этапах эксплуатации (удаленность, труднодоступность аэродромов и отсутствие возможности проведения определенных испытаний) наиболее экономически целесообразным является не организация стационарной полноценной структурной единицы, а создание «оперативной» лаборатории, которая будет способна проводить основную часть исследований с обеспечением необходимого уровня точности в короткий период времени и в сжатые сроки может быть передислоцирована на различные расстояния.

Организация таких испытательных лабораторий должна проводиться в соответствии с требованиями международных стандартов ISO/IEC 17025:2017 и ISO 5725-1,2,3,4,5,6 и требованиями технического регламента таможенного союза ТР ТС 013/2011 «О требованиях к автомобильному и авиационному бензину, дизельному и судовому топливу, топливу для реактивных двигателей и топочному мазуту» и другими нормативно-техническими документами [5]. Оборудование для анализа авиационных топлив должно быть обязательно внесено в Госреестр средств измерений.

Такие мобильные лаборатории для отбора проб и оперативного проведения приемо-сдаточного анализа топлива стандартными и экспресс-методами должны быть оснащены аттестованными экспресс-анализаторами, которые позволяют с высокой точностью оценить качество топлива, в условиях, когда анализ в

стационарных лабораториях невозможен. Методы испытаний, применяемые в мобильных лабораториях должны быть максимально автоматизированы и регламентированы ведущими учреждениями в области химмотологии (Институт химии нефти СО РАН, 25 ГосНИИ Химмотологии МО РФ и др.) и позволять оценить товарные и экологические показатели авиатоплива (диэлектрическая проницаемость, удельное объемное сопротивление, процентное содержание воды, плотность, донная проба из резервуаров, наличия отстойной воды, содержание механических примесей, противокристаллизационных жидкостей, нерастворенной воды, водорастворимых кислот и щелочей и др.)

При этом для успешного прохождения аккредитации в соответствии с требованиями национального стандарта [5] и для обеспечения точности результатов испытаний мобильные лаборатории должны иметь внедренную внутреннюю систему менеджмента качества, которая помимо всестороннего контроля процедур испытаний охватывает метрологическое обслуживание оборудования, а также контроль квалификации исполнителей.

Наличие таких мобильных лабораторий позволит в короткий промежуток времени проводить полноценный объем испытаний качества авиатоплива на соответствие требованиям Технического регламента в рамках аэродромного контроля, а это будет способствовать снижению риска возникновения отказов авиационной техники в полете и соответственно повышению и уровня безопасности полетов.

#### Список литературы

1. Латинский Г.Е. Организация авиатопливообеспечения на вертолетных площадках и в аэропортах малой авиации от «Туполев сервис» // Транспортная стратегия – XXI век. 2014. № 25. С. 16–19.
2. Руководство по приему, хранению, подготовке к выдаче на заправку и контролю качества авиационных горюче-смазочных материалов и спецжидкостей в предприятиях воздушного транспорта Российской Федерации (утверждено приказом Департамента воздушного транспорта Минтранса РСФСР от 17.10.92 № ДВ-126), с изм. 17.02.2000. 81 с.
3. [http://www.soctrade.com/cat/Obschiy\\_sbornik\\_oborudovaniya\\_dlya\\_kontrolya\\_kachestva\\_topliva.html](http://www.soctrade.com/cat/Obschiy_sbornik_oborudovaniya_dlya_kontrolya_kachestva_topliva.html)
4. Легкова Т.А. О влиянии качества авиатоплива на безопасность полетов по данным ООО «ТЗК Енисей» аэропорта «Емельяново» / Т.А. Легкова, Д.А. Андреев // Актуальные проблемы авиации и космонавтики – 2017. Т.2. С. 474-476.
5. ГОСТ Р 18.12.02 - 2017 Технологии авиатопливообеспечения. Оборудование типовых схем авиатопливообеспечения. Общие технические требования. 2017.

© Егенов Ж.К., Абрамова И.Н., Абрамов О.В., 2019

УДК 621(075.32)

**Ермаков М.Ю.**

курсант ФГКВБОУ ВПО «Военный учебно-научный центр Военно-воздушных сил «Военно-воздушная академия им. Проф. Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина», г. Воронеж, РФ

**Серебрянский А.И.**

доцент, кандидат технических наук ФГКВБОУ ВПО «Военный учебно-научный центр Военно-воздушных сил «Военно-воздушная академия им. Проф. Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина», г. Воронеж, РФ

Ermakov M.Yu.

Lecturer at the Military Educational and Scientific Center of the Air Force "Military Air Academy named after Prof. NOT. Zhukovsky and Yu.A. Gagarin",

Voronezh, RF

Serebryansky A.I.

Associate Professor, Candidate of Technical Sciences FGKVOU VPO

"Military Training and Scientific Center of the Air Force" Air Force Academy. Prof. NOT. Zhukovsky and Yu.A. Gagarina",

Voronezh, RF

## **ПРЕОБРАЗОВАНИЕ РЕВЕРСИВНОГО ТРЕНИЯ В ШАРНИРНОМ СОЕДИНЕНИИ**

### **CONVERSION OF REVERSIBLE FRICTION IN A JOINT CONNECTION**

Ключевые слова: реверсивное трение, шарнирное соединение, манипулятор, отрицательный эффект реверса, трение

Аннотация: В статье рассматривается влияние отрицательного эффекта реверса на износостойкость деталей шарнирного соединения. Предлагается оригинальное конструктивное решение преобразования реверсивного трения в прерывистое вращательное.

Keywords: reversible friction, swivel joint, manipulator, negative reverse effect, friction

Summary: The article discusses the effect of the negative effect of reverse on the wear resistance of parts of a swivel joint. An original design solution for converting reverse friction into discontinuous rotational is proposed.

В настоящее время манипуляторы широко применяются в конструкциях машин [1]. Они обеспечивают высокую мобильность технологического оборудования при наведении его на предмет труда, характеризуются высокой производительностью. Особенностью конструкции современных гидроманипуляторов является наличие шарнирных соединений, работающих в режиме реверсивного трения [1, 2]: соединение стрелы с поворотной частью базовой машины, крепление рукояти к стреле, крепление технологического оборудования к рукояти или стреле, крепления гидроцилиндров привода.

Как показывает многолетний опыт эксплуатации манипуляторов, указанные шарнирные соединения являются наименее износостойкими узлами [1, 2], что существенно сокращает рабочий ресурс манипулятора по сравнению с рабочим ресурсом базовой машины.

Анализ конструктивно-технологических характеристик и условий работы шарниров манипуляторов помог определить вид антифрикционного материала,

способствующего повышению рабочего ресурса узлов реверсивного трения манипуляторов [2]. Однако, предложенные пластики не могут эффективно работать при реверсивном трении, кроме того, отрицательный эффект реверса примерно в два раза снижает износостойкость трущихся деталей. Это потребовало изменить конструкцию шарниров манипуляторов с целью исключения реверсивности трения. Конструкция усовершенствованного шарнирного соединения манипулятора, имеющего две зоны трения, приведена на рисунке 1 [3].

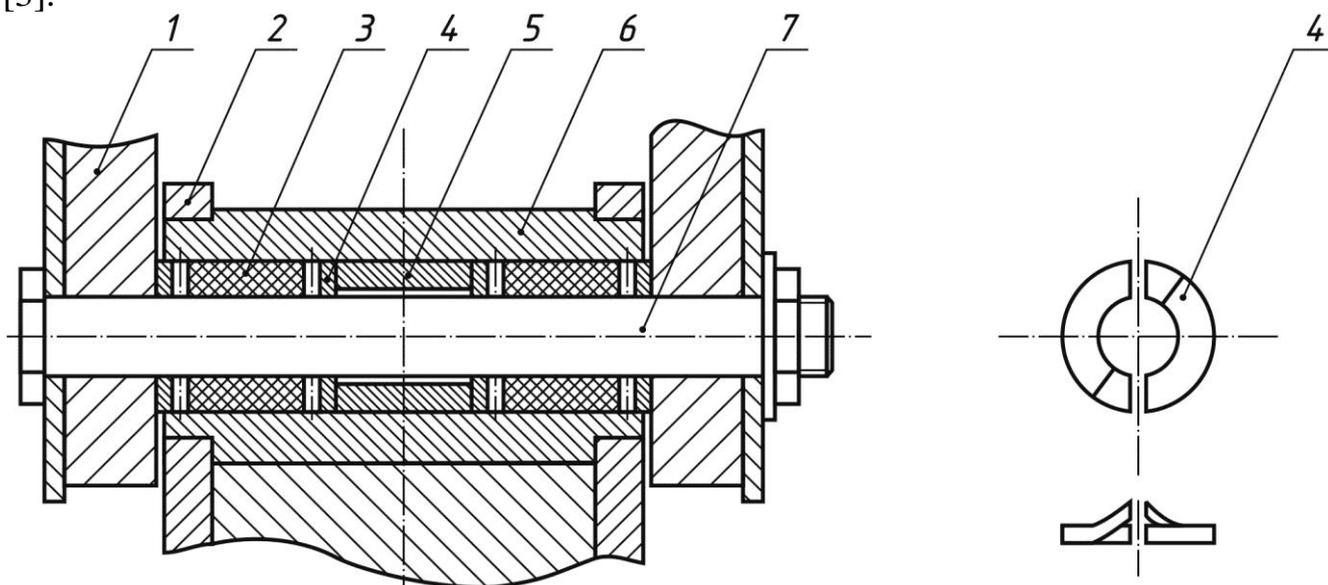


Рисунок 1 – Шарнирное соединение с двумя зонами трения

В конструкции шарнирного соединения [3] реверсивное трение преобразуется в прерывистое вращательное посредством механизмов блокировки, состоящих из блоков, включающих пружинные шайбы 4, и канавок, выполненных в виде храповых зубьев на торцах втулок 3.

Шарнирное соединение [3] работает следующим образом.

При повороте охватываемой проушины 2 относительно охватывающей проушины 1, блоки, включающие пружинные шайбы 4, закрепленные на распорной втулке 5 входят в зацепление с храповыми секторами на внутренних торцевых поверхностях антифрикционных втулок 3 и сообщают последним движение, в то время, как блоки, составляющие пружинные шайбы 4, на внутренних торцевых поверхностях охватывающей проушины 1 проскальзывают относительно канавок в виде храповых зубьев на внешних торцевых поверхностях антифрикционных втулок 3 из-за разного направления образующих цилиндрической спирали в блоках, составляющих пружинные шайбы 4, и канавок.

В этом случае трение происходит между внутренними поверхностями антифрикционных втулок 3 и наружной поверхностью пальца 7. При обратном ходе охватываемой проушины 2 относительно охватывающей проушины 1 блоки, составляющие пружинные шайбы 4, закрепленные на торцевых поверхностях распорной втулки 5 выходят из зацепления с канавками в виде храповых зубьев на внутренних торцевых поверхностях антифрикционных втулок 3 и при дальнейшем

движении проскальзывают друг относительно друга.

Одновременно блоки, составляющие пружинные шайбы 4, закрепленные на внутренних торцевых поверхностях охватывающей проушины 1 входят в зацепление с канавками на наружных торцевых поверхностях антифрикционных втулок 3 и сообщают им движение.

В этом случае, процесс трения происходит между наружными поверхностями антифрикционных втулок 3 и внутренней поверхностью втулки 6. Таким образом, за счет механизмов блокировки, реверсивное движение преобразуется в прерывистое вращательное поочередно по внутренним и наружным поверхностям антифрикционных втулок 3, что позволяет повысить износостойкость деталей шарнирных соединений в 1,7...2,1 раза.

Данный вариант конструкции шарнирного соединения наиболее предпочтителен для средненагруженных (до 30 МПа) узлов трения манипуляторов.

Более подробные сведения по рассматриваемому вопросу содержатся в источниках [4, 5, 6, 7].

#### Список литературы

1. Гидроманипуляторы и лесное технологическое оборудование [Текст] / Под ред. И. М. Бартенева. – М.: ФЛИНТА: Наука, 2011. – 408 с.
2. Серебрянский, А. И. Влияние статических нагрузок на износостойкость пластиков типа АМАН [Текст] / А. И. Серебрянский; ВГЛТА. – Воронеж, 2002. – 34 с. – Деп. в ВИНТИ, № 975-B2002.
3. Свидетельство на полезную модель № 34661 РФ, МПК 7 F 16 C 11/06. Шарнирное соединение [Текст] / Ф.В. Пошарников, Н.С. Смогунов, А.И. Серебрянский; заявитель и патентообладатель ВГЛТА. – № 2003123320/20; заявл. 28.07.03; опубл. 10.12.03.
4. Серебрянский А.И. Повышение износостойкости шарниров лесных манипуляторов на основе замены реверсивного трения вращательным : автореф. . канд. техн. наук: 05.21.01 / Воронеж. гос. лесотехн. акад. – Воронеж, 2003 .– 20 с. : ил.
5. Серебрянский А. И., Афоничев Д.Н., Ворохобин А.В. Повышение износостойкости шарнирных соединений манипуляторов при ремонте // Вестник Воронежского аграрного государственного университета. Теоретический и научно-практический журнал. – 2012. - Вып. 2 (33). - С. 107-111.
6. Патент на изобретение. 2461744 РФ, F16C17/02, F16C33/04. Опора скольжения / Ф.В. Пошарников, А.В. Усиков, А.И. Серебрянский; заявитель и патентообладатель ВГЛТА. - № 2010113135/11(018470); заявл. 05.04.2010 ; опубл. 20.09.2012
7. Патент на изобретение 2246051 РФ, МПК 7 F16C11/00. Шарнирное соединение / Ф.В. Пошарников, А.И. Серебрянский; заявитель и патентообладатель ВГЛТА. - № 2003119908/11; заявл. 30.06.2003 ; опубл. 10.02.2005.

© Ермаков М.Ю., Серебрянский А.И., 2019

УДК 62-18(075.8)

**Ермаков М.Ю.**

курсант ФГКВБОУ ВПО «Военный учебно-научный центр Военно-воздушных сил «Военно-воздушная академия им. Проф. Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина», г. Воронеж, РФ

**Серебрянский А.И.**

доцент, кандидат технических наук ФГКВБОУ ВПО «Военный учебно-научный центр Военно-воздушных сил «Военно-воздушная академия им. Проф. Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина», г. Воронеж, РФ

Ermakov M.Yu.

Lecturer at the Military Educational and Scientific Center of the Air Force "Military Air Academy named after Prof. NOT. Zhukovsky and Yu.A. Gagarin",

Voronezh, RF

Serebryansky A.I.

Associate Professor, Candidate of Technical Sciences FGKVOU VPO "Military Training and Scientific Center of the Air Force" Air Force Academy. Prof. NOT. Zhukovsky and Yu.A. Gagarina", Voronezh, RF

## **ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОПТИМАЛЬНОЙ ВЕЛИЧИНЫ НАТЯГА В ПОДШИПНИКЕ СКОЛЬЖЕНИЯ**

### **DETERMINATION OF THE OPTIMAL VALUE TENSION IN THE SLIDE BEARING**

Ключевые слова: отклонение размеров, погрешность, подшипник, посадка, натяг

Аннотация. В статье рассмотрен типовой расчет посадки подшипника скольжения с натягом. Выявлены основные факторы, влияющие на ее надежность.

Keywords: deviation of sizes, error, bearing, landing, tension

Summary. The article describes a typical calculation of the fit of a sliding bearing with tension. The main factors affecting its reliability are identified.

Для производства важны не столько сами предельные отклонения размеров, сколько величина интервала между предельными размерами. Если этот интервал велик, то легко выдержать действительные размеры детали между предельными. Если интервал мал, то нужны более точные технологические процессы с использованием более точного оборудования, инструмента.

Погрешности формы и расположения поверхностей приводят к износу деталей вследствие повышенного давления на выступах неровностей, к нарушению плавности хода, шумообразованию и т.д. В соединениях отклонения формы и расположения вызывают неравномерность натягов и зазоров, что снижает прочность соединения, герметичность и точность центрирования; увеличивают трудоемкость сборки и повышают объем пригоночных операций. Отклонения формы и расположения характеризуются также допусками. И потому очень важно правильно назначить эти допуски.

Посадки с натягом предназначены для получения неподвижных неразъемных соединений без дополнительного крепления деталей, передающих крутящий момент, осевую силу или совместное их воздействие. Относительная

неподвижность обеспечивается за счет сил сцепления (трения), возникающих на контактирующих поверхностях вследствие их деформаций, создаваемых натягом при сборке.

Натяг в неподвижном соединении должен быть таким, чтобы гарантировал относительную неподвижность деталей и при этом не вызывал разрушения их при сборке.

При расчетах используются выводы задачи Ляме - определение напряжений и перемещений в толстостенных полых цилиндрах (рисунок 1).

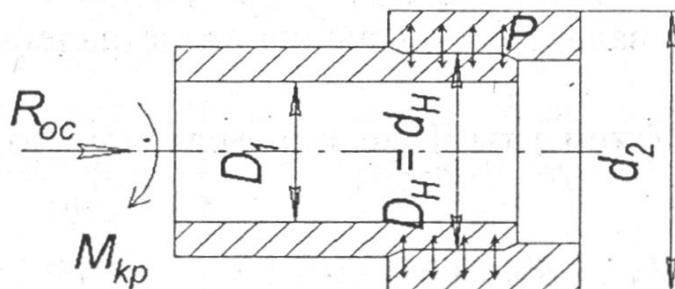


Рисунок 1 – Давление P, возникающее при запрессовке деталей

При расчете посадки с натягом определяется требуемое минимальное давление ( $\text{Н/м}^2$ ) на контактирующих поверхностях сопряжения при нагрузках крутящим моментом  $M_{кр}$ , продольной осевой силой  $R_{ос}$  или их совместным воздействием:

$$P_{\min} = \frac{2M_{кр}}{\pi \cdot d_H^2 \cdot l \cdot f} \quad (1) \quad \text{и} \quad P_{\min} = \frac{R_{ос}}{\pi \cdot d_H \cdot l \cdot f} \quad (2)$$

$$P_{\min} = \frac{\sqrt{R_{ос}^2 + \left(\frac{2M_{кр}}{d_H}\right)^2}}{\pi \cdot d_H \cdot l \cdot f} \quad (3)$$

где  $M_{кр}$  - крутящий момент, Нм;  $R_{ос}$  - продольная осевая сила, Н;  $d_H$  - номинальный диаметр соединения, м;  $l$  - длина контакта, м;  $f$  - коэффициент трения при продольном смещении: при сборке под прессом  $f=0,08$ ; при сборке с нагревом  $f=0,14$ .

По полученной величине давления определяется минимальный натяг, необходимый для обеспечения неподвижности соединения деталей

$$N_{\min} = P_{\min} \cdot d_H \cdot \left( \frac{C_d}{E_d} + \frac{C_D}{E_D} \right) \quad (4)$$

где  $E_D$  и  $E_d$  - модули упругости материала, соответственно отверстия и вала,  $\text{Н/м}^2$ ;  $C_D$  и  $C_d$  - коэффициенты Ляме, определяемые по формулам:

$$C_D = \frac{1 + \left(\frac{D_H}{d_2}\right)^2}{1 - \left(\frac{D_H}{d_2}\right)^2} + \mu_D \quad (5) \quad \text{и} \quad C_d = \frac{1 + \left(\frac{D_1}{d_H}\right)^2}{1 - \left(\frac{D_1}{d_H}\right)^2} + \mu_d \quad (6)$$

где  $\mu_0$  и  $\mu_d$  - коэффициенты Пуассона.

Экспериментально доказано, что при запрессовке смятие и срезание неровностей на поверхности сопрягаемых деталей составляет 60% их первоначальной высоты, что уменьшает действительный натяг в соединении. Учитывая это, величина расчетного натяга вычисляется по следующей зависимости:

$$N_{расч} = N_{мин} + 1,2(R_{zD} + R_{zd}) \quad (7)$$

где  $R_{zD}$  и  $R_{zd}$  - величины шероховатости отверстия и вала, мкм (рекомендуемые величины шероховатости при запрессовке  $R_z=2,0...6,3$ ). Для того чтобы быть уверенным, что выбранная нами стандартная посадка обеспечит передачу заданной нагрузки, необходимо выполнить условие:

$$N_{мин ГОСТ} \geq N_{расч} \quad (8)$$

Выбирая посадку надо одновременно помнить, что излишне завышенная величина натяга может привести к деформации втулки и вала. Поэтому их необходимо проверить на прочность. Для этого необходимо вычислить максимальные напряжения, возникающие при наибольшем натяге:

$$P_{max} = \frac{N_{max ГОСТ} - 1,2(R_{zD} + R_{zd})}{d_H \left( \frac{C_D}{E_D} + \frac{C_d}{E_d} \right)} \quad (9)$$

Эти напряжения (Па) во втулке и на валу при максимальном натяге определяют соответственно по следующим зависимостям:

$$\sigma_D = \frac{1 + \left(\frac{D_H}{d_2}\right)^2}{1 - \left(\frac{D_H}{d_2}\right)^2} \cdot P_{max} \quad (10) \quad \sigma_d = \frac{2 \cdot P_{max}}{1 - \left(\frac{D_1}{d_H}\right)^2} \quad (11)$$

где  $\sigma_D$  и  $\sigma_d$  - напряжения, Н/м<sup>2</sup>.

Полученные численные значения напряжений сравнивают с пределом текучести материала  $\sigma_t$ , заложенного в конструкцию

$$|\sigma_t| \geq \sigma_D \quad \text{и} \quad |\sigma_t| \geq \sigma_d$$

где  $\sigma_t$  - величина предела текучести материала деталей.

Если условия будут выполнены, то посадка выбрана правильно. Если

условия не выполняются, то необходимо подобрать более близкую по  $N_{\min}$  посадку или предложить другой конструкционный материал. Величину  $\sigma_t$  - предела текучести материала деталей необходимо взять из любого технического справочника.

По предложенному типовому [1] расчету можно подбирать посадки гладких цилиндрических соединений с натягом. Это широко используется в машиностроении при выборе посадок подшипников скольжения [2, 3].

#### Список литературы

1. Любомудров С.А. Метрология, стандартизация и сертификация: нормирование точности [Текст]: Учебник / С.А. Любомудров. – М.: ООО "Научно-издательский центр ИНФРА-М", 2012

2. Серебрянский А.И. Повышение износостойкости шарниров лесных манипуляторов на основе замены реверсивного трения вращательным : автореф. . канд. техн. наук: 05.21.01 / Воронеж. гос. лесотехн. акад. – Воронеж, 2003 .– 20 с. : ил.

3. Серебрянский, А. И. Обоснование выбора антифрикционных материалов для узлов трения технологического оборудования лесозаготовительных машин [Текст] / А. И. Серебрянский, В. В. Абрамов, Д. А. Канищев // Лесотехнический журнал. – 2014 – Том 4, №1 (13). – С. 194-200. – Библиогр.: с. 200 (7 назв.).

© Ермаков М.Ю., Серебрянский А.И., 2019

УДК 681.3

**Касалапов А.Л.**

курсант Филиала ФГКВОУ ВО «Военной академии материально-технического обеспечения имени генерала армии А.В. Хрулёва» г. Пенза, РФ

**Звижинский А.И.**

преподаватель кафедры артиллерийских приборов, кандидат технических наук, доцент Филиала ФГКВОУ ВО «Военной академии материально-технического обеспечения имени генерала армии А.В. Хрулёва» г. Пенза, РФ

**Kasalapov A.L.**

cadet branch of FSOMEI HE «Military academy MTS name A.V. Hruleva» Penza, RF

**Zvizhinsky A.I.**

teacher Department of artillery instruments, candidate technical sciences, assistant professor branch of FSOMEI HE «Military academy MTS name A.V. Hruleva» Penza, RF

## ПРОБЛЕМЫ ПРИМЕНЕНИЯ СИСТЕМ ВИДЕОНАБЛЮДЕНИЯ В ГРАЖДАНСКИХ И ВОЕННЫХ ЦЕЛЯХ

### PROBLEMS USING SYSTEMS VIDEO WITH MILITARY PURPOSES

Ключевые слова: интеллектуальная видеоаналитика, удаление помех, устойчивость алгоритмов.

Аннотация: рост спроса на системы телевизионного видеонаблюдения выявил

необходимость улучшения уровня видеоаналитики. Основной проблемой современных алгоритмов обработки изображения и алгоритмов распознавания является низкая устойчивость алгоритмов к воздействию внешних условий. При этом устойчивые программы предъявляют повышенные требования к аппаратным вычислительным ресурсам.

Keywords: intelligent video analytics, noise removal, fog removal, algorithm stability.

Summary: growing demand for TV surveillance systems has revealed the need to improve the level of video analytics. Main problem of modern image processing algorithms and recognition algorithms is the low stability of the algorithms to the effects of external conditions. At the same time, the stable ones are demanding, of the hardware computing resource, which makes it difficult to use them in real-time systems.

Внедрение систем видеонаблюдения вызывает появление спроса на устройства интеллектуальной видеоаналитики, под которой понимают известные технологии, использующие методы компьютерного зрения для автоматизированного получения различной информации на основании анализа последовательности изображений, поступающих с видеокамер в режиме реального времени или из архивных записей. Системы машинного зрения могут применяться для распознавания лиц людей и номеров машин, управления энергосбережением объектов [1].

На данный момент проведено множество исследований в области разработки алгоритмов распознавания, а также на рынке существуют различные программные продукты интеллектуального охранного телевидения.

Несмотря на данный факт, системы подобного типа не получили широкого распространения, ввиду того, что основной проблемой является низкая устойчивость алгоритмов к воздействию внешних условий, затрудняющих качество распознавания:

- уровень освещения;
- качество изображения;
- наклоны изображения.

При этом алгоритмы, устойчивые к внешним условиям, зачастую оказываются требовательны к аппаратным вычислительным ресурсам, что затрудняет применение их в системах, работающих в реальном времени.

Таким образом, разработка методов и алгоритмов, лишённых указанных недостатков, является перспективным направлением [2]. Данный факт подтверждается ещё и тем, что разработки в данной области входят в перечень приоритетных направлений развития науки, технологий и техники Российской Федерации, утверждённый Указом Президента РФ № 899 от 07.07.2011 года.

Различные подходы к решению задачи распознавания образов в настоящее время получили дополнительный толчок к дальнейшему развитию решения разнообразных проблем, связанных с организацией безопасности движения на транспорте и перемещения военных колон. Безопасность может обеспечиваться только сложными интегрированными комплексами мероприятий и технических средств. За счёт чего большую роль в интеллектуальных системах охранного телевидения играют методы оптического распознавания и классификации образов.

Общий алгоритм распознавания образов состоит из таких этапов, как:

- 1) захват кадра;
- 2) предварительная обработка (предобработка);
- 3) локализация объекта;
- 4) распознавание объекта.

Задачей обработки изображения может быть как улучшение (восстановление, реставрация) изображения по какому-то определённом критерию, так и специальное преобразование, кардинально меняющее изображение.

Примерами обработки изображений могут служить изменение контраста, резкости, коррекция цветов, сглаживание, сжатие контраста, выделение границ объектов, удаление тумана или шума.

В настоящее время удаление тумана с изображений является важной задачей, так как объекты на изображениях, сделанных в условиях дымки или тумана, плохо различимы. Для дальнейшей работы с такими изображениями требуется увеличить их контрастность и улучшить цветопередачу. Часто требуется улучшить качество не одного изображения, а целого набора изображений, причем в режиме реального времени. Современные методы удаления тумана строятся на различных предположениях о глубине текстуры или цвета на изображении. Однако все эти методы слишком медленные и не могут обрабатывать большие потоки данных в режиме реального времени.

Исходя из задач, поставленных перед системами видеонаблюдения, необходимо использовать всю мощь математического аппарата, в первую очередь вероятностных методов для разработки узкоспециализированных алгоритмов обработки, которые включают не только оценку отдельных параметров, но и позволяют использовать дополнительную информацию, содержащуюся в изображении или совокупности следующих друг за другом кадров. Это позволяет уменьшить погрешности измерений и свести к минимуму ошибки обнаружения или принятия решений [3].

Таким образом, разработка новых алгоритмов обработки изображения систем видеонаблюдения играет большую роль в обеспечении безопасности движения и повышения эффективности эксплуатации транспортных средств военного и гражданского назначения.

#### Список литературы

1. Васин, Н. Н. Расширение функциональных возможностей систем видеонаблюдения / Н. Н. Васин, Р. Р. Диязитдинов, В. Ю. Куринский. – Самара: ПГУТИ, 2013. – 223 с.
2. Гонсалес, Р. Цифровая обработка изображений / Р. Гонсалес, Р. Вудс. – М.: Техносфера, 2012. – 1104 с.
3. Федотов, А. В. Основы устройства и функционирования вооружения и военной техники. Артиллерийские приборы: учеб. пособие для вузов / А. В. Федотов, А. И. Звижинский. – Пенза: Филиал ВА МТО, Пенз. арт. инж. ин-т, 2018. – 228 с.

© Касалапов А.Л., Звижинский А.И., 2019

УДК 629.032

**Колядин П.А.**

магистрант 2 курса автомобильного факультета Воронежского государственного лесотехнического университета имени Г. Ф. Морозова, РФ

**Прядкин В.И.**

доктор техн. наук, профессор кафедры автомобилей и сервиса Воронежского государственного лесотехнического университета имени Г. Ф. Морозова, РФ

Kolyadin P.A.

2th master student of the Avtomotive Faculty, Voronezh State University of Forestry and Technologies Named after G.F. Morozov, Russian Federation

Pryadkin V.I.

Doktor of technical sciences, professor, of cars and department, Voronezh State University of Forestry and Technologies Named after G.F. Morozov, Russian Federation

## **К ВОПРОСУ МОДЕЛИРОВАНИЯ АВТОМОБИЛЬНЫХ СИСТЕМ ПОДРЕССОРИВАНИЯ**

### **TO THE QUESTION OF MODELING AUTOMOBILE SYSTEMS HANGING**

Ключевые слова: поддрессирование, моделирование, автомобиль, подвеска.

Аннотация: в работе дан краткий обзор современных методов моделирования мехатронных систем поддрессирования транспортных средств. Рассмотрены особенности моделирования данных систем, с указанием примеров их моделирования. Указаны дополнительные критерии уточнения существующих моделей и их применение.

Keywords: suspension, simulation, car, suspension.

Summary: the paper provides a brief overview of modern methods for modeling mechatronic vehicle suspension systems. The features of modeling data systems, with examples of their modeling. Additional criteria for refining existing models and their application are indicated.

Также в настоящее время повышение рабочих скоростей автомобилей, составляет общую техническую основу увеличения ее производительности и интенсификации использования, способствует успешному развитию механизации производства, повышает эффективность материально-технической базы. Необходимо отметить, что повышение рабочих скоростей движения не противоречит, а способствует получению наиболее полного эффекта от реализации известных направлений увеличения производительности при выполнении работ. Но вместе с этим, при увеличении рабочих скоростей автомобилей увеличивается и их вибронегруженность, отрицательно влияющая на различные элементы мобильных средств, в том числе и на водителя [1, 3].

Механические колебания, возникающие при движении транспортного средства, являются причиной различного рода вибраций, приводящих к усталостным разрушениям деталей кузова, подвески, установленного технологического оборудования. Кроме того, вибрация отрицательно воздействует на здоровье и состояние оператора в кабине технологического аппарата.

Уровень вибрации, воздействующей на водителя, является основным

показателем комфортабельности транспортного средства и определяет утомляемость водителя, следовательно, влияет на безопасность движения. Высокие уровни вибрации ограничивают скорость движения автомобиля, что сказывается на его производительности. При высоком уровне вибронегруженности на сиденье, оператор сознательно снижает скорость движения мобильного средства[2, 5].

Мехатронные системы подвески могут быть классифицированы в соответствии с их типами исполнительных механизмов, включая ширину полосы частот исполнительного механизма, потребляемую мощность исполнительных механизмов и диапазон их управляемости, то есть ограничения для сил, которые приводят исполнительные механизмы. Соответственно, мехатронные системы подвески можно разделить на пять групп:

1. Пассивные системы подвесок (рисунок 1) работают квазистатически и поддерживают постоянное расстояние между шасси и дорогой, чтобы компенсировать различные уровни нагрузки транспортного средства. Система контроля уровня может быть основана на пневматических рессорах и компрессорах. Таким образом, мягкая, ориентированная на комфорт установка подвески с достаточным ходом подвески может быть реализована независимо от уровня нагрузки транспортного средства. Их потребляемая мощность находится в диапазоне 100-200 Вт.

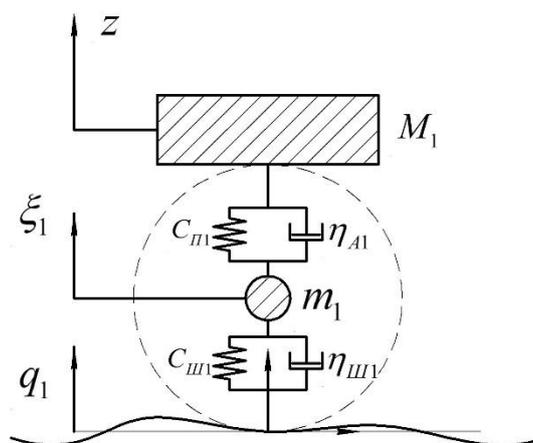


Рисунок 1 – Модель пассивной системы поддресоривания.

где  $M_1$  – поддресоренная масса автомобиля, приходящаяся на одно колесо;  $m_1$  – неподдресоренная масса автомобиля, приходящаяся на одно колесо;  $C_{шп}$  – коэффициент вертикальной жесткости автомобильной шины колеса;  $C_{пп}$  – коэффициент вертикальной жесткости упругого элемента подвески;  $\eta_{Ап}$  – коэффициент неупругого сопротивления амортизатора подвески;  $\eta_{шп}$  – коэффициент неупругого сопротивления автомобильной шины;  $z$  – вертикальное положение центра массы автомобиля, приходящейся на одно из колес;  $\xi_1$  – вертикальное положение неподдресоренной массы;  $q_1$  – текущие по времени значение ординаты микропрофиля поверхности дороги в контакте одного колеса.

2. Адаптивные системы подвески (рисунок 2) обозначают в литературе

системы подвески, которые реализуют медленное изменение характеристик пружины и демпфера. Изменение запланировано, например, в соответствии со скоростью транспортного средства, чтобы понизить центр тяжести транспортного средства, чтобы обеспечить более спортивное удержание дороги. Их потребляемая мощность зависит главным образом от энергии, необходимой для изменения жесткости пружины. Подчеркивается, что в этом тезисе представлены концепции адаптивного управления подвеской для достижения высокой динамической адаптации к текущему состоянию вождения.

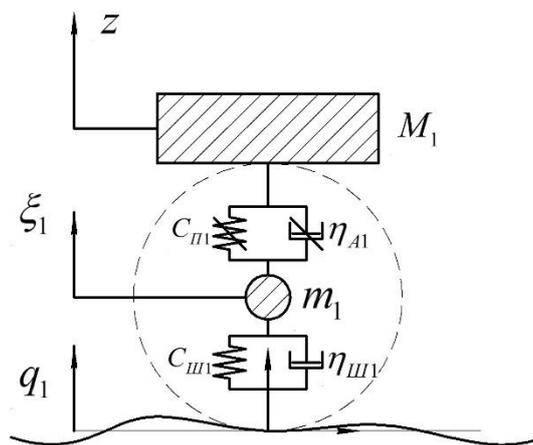


Рисунок 2– Модель адаптивной системы поддрессоривания.

где  $C_{п1}$ – изменяемый коэффициент вертикальной жесткости упругого элемента подвески;  $\eta_{А1}$ – изменяемый коэффициент неупругого сопротивления амортизатора подвески.

3. Подвесные системы с возможностью быстрой регулировки характеристик демпфера или жесткости пружины называются полуактивными подвесками (рисунок 3). Основным атрибутом полуактивных систем является то, что сила, создаваемая полуактивным элементом, зависит от направления относительного движения элемента. Полуактивные демпферы могут изменять уровень рассеивания энергии, но не подавать энергию в систему. Соответственно, они имеют очень низкую потребляемую мощность около 20-40 Вт на демпфер. Полоса пропускания полуактивных демпферов составляет до пригл. 40 Гц. Примером полуактивного пружинного элемента является стабилизатор поперечной устойчивости с переключаемыми дополнительными пружинами, который представлен ZF Lemforder GmbH.

4. Медленно активные системы (рисунок 4) (также называемые активной системой с низкой пропускной способностью) представляют собой класс активных систем приостановки. Они характеризуются дополнительным приводом (например, электрическим линейным двигателем или гидравлическим цилиндром), который встроен в подвеску и может генерировать силы подвески независимо от относительного движения шасси и колеса. Пропускная способность медленных активных систем находится в диапазоне около 5 Гц. В медленных

активных системах обычно используются исполнительные механизмы, которые последовательно соединены с первичной пружиной и имеют тенденцию к «усилению», если их пропускная способность превышена. Их потребность в энергии находится в диапазоне 1-5 кВт.

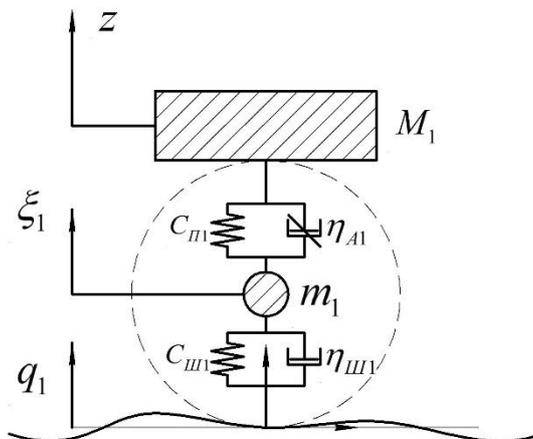


Рисунок 3– Модель полуактивной системы поддрессоривания

где  $\eta_{A1}$ – изменяемый коэффициент неупругого сопротивления амортизатора подвески.

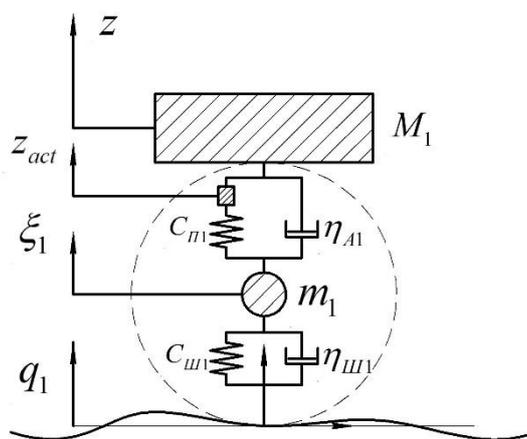


Рисунок 4– Модель медленно активной системы поддрессоривания

где  $z_{act}$  – перемещение активного элемента

5. В полностью активных системах подвески (рисунок 5) (также называемых активными системами с высокой пропускной способностью) пассивный демпфирующий элемент заменяется или дополняется приводом с полосой пропускания 20 Гц или выше. Приводы полностью активных систем встроены параллельно первичной пружине, и в некоторых случаях пассивный демпфер отсутствует (хотя его рассмотрение Действие в модели четверти транспортного средства может быть использовано для описания эффектов трения). Однако основным недостатком полностью активных суспензий является их высокая потребность в энергии, которая колеблется от 4 до 20 кВт [4].

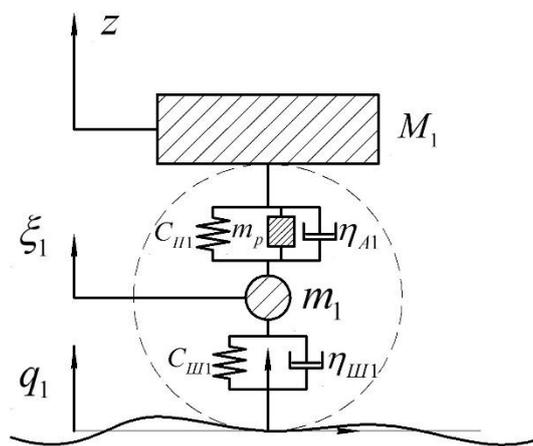


Рисунок 5– Модель полностью активной системы поддрессоривания

где  $m_p$  – активный элемент системы поддрессоривания.

Выводы. Различные варианты подвесок требуют отдельного рассмотрения. Особенности моделирования каждого элемента необходимо рассматривать в совокупной системе динамической модели автомобиля. Данные схемы необходимо применять в расчетах современных автомобилей с использованием нелинейных характеристик элементов подвески.

#### Список литературы

1. Колядин П. А. Моделирование автомобиля ГАЗ-33081 с применением упругих элементов с разной характеристикой [Текст] / П. А. Колядин, В. И. Прядкин // Воронежский научно-технический Вестник. – Воронеж: ВГЛУ им. Г. Ф. Морозова. – 2018. – Т. 3. – № 3 (25). – С. 79-84. – eISSN: 2311-8873.
2. Прядкин В. И. Моделирование плавности хода мобильного средства малой грузоподъемности, оборудованного шинами сверхнизкого давления [Текст] / В. И. Прядкин, П. А. Колядин // Национальная научно-практическая конференция «Современные проблемы прикладных и фундаментальных исследований в лесном хозяйстве и природопользовании». – Воронеж : ВГЛУ им. Г. Ф. Морозова. – 2018. – С. 252-256.
3. Прядкин В. И. Мобильные энергосредства сельскохозяйственного назначения на шинах сверхнизкого давления [Текст] / В. И. Прядкин, З. А. Годжаев // Технология колесных и гу-сеничных машин. – М. : Научно-исследовательский институт конструкций автомобилей – 2014. – № 6. – С. 33-39. – ISSN: 2227-9393.
4. Pellegrini E. Model-Based Damper Control for Semi-Active Suspension Systems [Text] / Vollständiger Abdruck der von der Fakultät für Maschinenwesen der Technischen Universität München zur Erlangung des akademischen Grades eines des akademischen Grades eines Doktor-Ingenieurs am 27.08.2012.
5. Посметьев В. И. Анализ эффективности и классификация упругих устройств, используемых в традиционных и новых подвесках колесных машин [Текст] / В. И. Посметьев, В. О. Никонов, В. В. Посметьев // Воронежский научно-технический Вестник. – Воронеж : ВГЛУ им. Г. Ф. Морозова. – 2017. – Т. 1. – № 1 (19). – С. 78-89. – eISSN: 2311-8873.

© Колядин П.А., Прядкин В.И., 2019

УДК 355.23-054.68: [378.147:5/6]

**Кузовлев В.И.**

курсант ФГКВОУ ВПО «Военный учебно-научный центр Военно-воздушных сил «Военно-воздушная академия им. проф. Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина» г. Воронеж, РФ

**Зенин В.Л.**

кандидат технических наук, доцент кафедры «Общепрофессиональных дисциплин» ФГКВОУ ВПО «Военный учебно-научный центр Военно-воздушных сил «Военно-воздушная академия им. проф. Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина» г. Воронеж, РФ

Kuzovlev V.I.

cadet Military educational-scientific center of air force «The air force academy named after professor N.E. Zhukovsky and Y.A. Gagarin» (Voronezh),

Russian Federation

Zenin V.L.

candidate of technical Sciences, associate professor of general professional disciplines FSOMEI HE «Military Educational and Scientific Centre of the Air Force N.E. Zhukovsky and Y.A. Gagarin Air Force Academy» (Voronezh) the Ministry of Defence of the Russian Federation

## **АДАПТАЦИЯ ИНОСТРАННЫХ КУРСАНТОВ ПРИ ИЗУЧЕНИИ ДИСЦИПЛИН ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ЦИКЛА**

### **ADAPTATION OF FOREIGN STUDENTS WHEN STUDYING DISCIPLINES OF A PROFESSIONAL CYCLE**

Ключевые слова: самостоятельная работа курсантов, формирование мотивации, дисциплины профессионального цикла.

Аннотация: в статье рассматриваются вопросы интенсификации процесса освоения дисциплин профессионального цикла.

Keywords: independent work of cadets, formation of motivation, disciplines of the professional cycle.

Summary: The article deals with the intensification of the process of mastering the disciplines of the professional cycle.

Профессиональная подготовка иностранных военнослужащих в российских военных вузах является важным направлением военно-технического сотрудничества Российской Федерации с зарубежными странами. Эффективность их подготовки зависит не только от доведения обучаемым теоретических знаний, но и от мотивации курсантов к самостоятельному изучению необходимого в дальнейшей деятельности служебного материала, а также его эффективного применения [1].

Для большинства иностранных курсантов изучение дисциплин профессионального цикла оказывается достаточно сложным процессом. Исходя из этого, наряду с общими проблемами адаптационного периода, весьма актуальной становится проблема подготовки к самостоятельной учебной деятельности и организации самостоятельной работы учащихся.

Одним из способов решения данной задачи является тестирование по изучаемым вопросам. Оно позволит определять уровень усвоения изучаемых материалов курсантами, а также даст возможность преподавателю выделить курсантов, с которыми в течение периода обучения необходимо вести интенсивную консультационную и учебную работу.

Опыт работы показывает, что иностранные курсанты наиболее эффективно усваивают материал по дисциплинам профессионального цикла, когда преподаватель непосредственно объясняет и одновременно использует технические средства обучения для презентаций, но при этом разбирает важные аспекты на доске, словесно их комментируя. В процессе такого изучения дисциплин, курсант интенсивно усваивает материал, а также у него развивается пространственное воображение, необходимое для формирования творческого, эвристического мышления специалиста.

На занятии преподаватель должен беседовать непосредственно с каждым курсантом и добиваться его понимания и восприятия заданий.

По дисциплинам профессионального цикла языковой барьер преодолевается достаточно тяжело, поскольку приходится изучать много новых слов и определений.

При обучении в задачу преподавателя входит развитие у курсантов правильного видения изучаемого материала по каждой дисциплине, а также анализ междисциплинарных взаимосвязей. Приобретаемая тем самым специфическая избирательность восприятия обеспечит в сознании курсанта надежную связь между дисциплинами.

В процессе обучения рассматривается возможность разработки простых, но интересных заданий по видам занятий – практические, лабораторные, курсовое проектирование. Задания разрабатываются таким образом, что они позволяют более углубленно изучить программу по данным дисциплинам, а также повысить у иностранных курсантов уровень владения средствами вычислительной техники.

В процессе обучения по некоторым дисциплинам курсанты встретятся с 3D-моделированием, которое способствует раскрытию их творческого мышления. Это дает возможность в полной мере раскрыть их способности в данной сфере. Так как с помощью трехмерного моделирования можно создать точную копию конкретного предмета и разработать новое даже не реальное представление не существующего на данный момент предмета.

Трехмерное моделирование делает крайне привлекательными для изучения дисциплины: инженерная графика, детали машин и основы конструирования. Анализ работы с иностранными курсантами показывает, что правильное построение взаимосвязи преподавателя и курсантов способствует интенсификации усвоения материала, а также повышает интерес к обучению у иностранных курсантов [2].

Компьютерное 3D-моделирование в инженерной графике и деталях машин позволяет курсанту окунуться в мир реальных деталей, узлов, машин, авиационной техники. Увидеть, понять и осознать с чем им придется работать в будущем, как грамотно это обслуживать и модернизировать.

Современные 3D-системы просты в изучении и позволяют смоделировать изделие до создания чертежей или опытных образцов. Основным документом в этом случае является объемная компьютерная модель.

В объемности и состоит одно из главных ее преимуществ. Неслучайно визуализация изделия занимает первое место в длинном списке преимуществ трехмерного моделирования.

Ведь плоский чертеж статичен, а модель можно поворачивать и изучать с любой точки, меняя масштаб просмотра по своему усмотрению. При этом несложно заметить ошибки и нестыковки в проекте и оценить степень его соответствия исходному замыслу, а также выполнить проверку будущего изделия на собираемость, что крайне важно для последующего изготовления.

Модели, выполненные посредством 3D-моделирования, получаются информативные, привлекательные и простые для понимания, что как раз и необходимо при обучении иностранных курсантов на этапе их адаптации и освоения цикла профессиональных дисциплины.

Также не маловажным моментом является процесс адаптации иностранных курсантов при обучении. Основная задача процесса обучения заключается в формировании творческой личности, способной к саморазвитию, самообразованию, инновационной деятельности.

Это предполагает ориентацию обучаемого на активные методы овладения знаниями, развитие его творческих способностей. Учебно-воспитательный процесс при этом должен строиться так, чтобы развивать умение учиться, формировать у курсанта способности к саморазвитию, творческому применению полученных знаний, адаптации к будущей профессиональной деятельности в современном мире.

В связи с этим возрастает информационная нагрузка на аудиторские занятия и объем самостоятельной работы иностранных курсантов.

Для повышения эффективности и качества обучения в процессе преподавания естественных дисциплин необходимо как можно более полно использовать современные технологии, в том числе и информационные.

К таким технологиям можно отнести дидактические материалы в электронном виде, информационно-лингвистический ресурс и интеллектуально-информационные развивающие технологии.

Эти компоненты в практической подготовке иностранных курсантов являются не просто инструментом для применения, но и обуславливают прогрессивные тенденции развития обучаемых.

Внедрение электронных дидактических материалов на первоначальном этапе работы дает возможность ставить задачи в привычной для иностранных курсантов форме.

Информационно-лингвистический ресурс обладает прямым информационным воздействием на обучаемого и реализован в виде контрольно-обучающих и тестовых программ по дисциплинам профессионального цикла, совмещающих в себе текстовое описание предметов и явлений с их наглядным изображением.

Интеллектуально-информационные развивающие технологии позволяют изменять условия задания, подводя обучаемого к необходимости анализа явлений.

В современных условиях использование информационных технологий дает возможность проводить занятия в компьютерных классах, оснащенных проекционным оборудованием.

Заинтересованность и желание закреплять уже имеющиеся и получать новые знания можно активизировать путем использования, как во время аудиторных занятий, так и для самостоятельной работы курсантов, различных электронных программных ресурсов и учебников, которые позволяют:

- использовать математические пакеты программ для иллюстрации графиков различных зависимостей, протекания разнообразных процессов, решения типовых задач;

- использовать flash-анимацию для демонстрации физических опытов, процессов, явлений;

- использовать тесты, как для обучения, так и для контроля (текущего и итогового) усвоения материала.

Такой подход к обучению позволит:

- облегчить понимание изучаемого материала за счет иных, нежели в печатной учебной литературе, способов подачи материала, в том числе, с использованием мультимедиа технологий;

- адаптировать материал в соответствии с потребностями учащегося, уровнем его подготовки, интеллектуальными возможностями и амбициями;

- осуществлять самопроверку на всех этапах работы.

#### Список литературы

1. Ромашов В.М. Оптимизация обучения иностранных военнослужащих основам самостоятельной работы в военных вузах России // Армия и общество. 2010. № 1. // URL: <http://cyberleninka.ru/article/n/optimizatsiya-inostrannyh-voennosluzhaschih-osnovam-amostoyatelnoy-raboty-v-voennyh-vuzah-rossii> (дата обращения: 30.10.2016).

2. Ткач В.В., Зенин В.Л., Шадрин Е.Л., Сафонова Н.М., Кузнецов А.В. Адаптация иностранных курсантов при изучении инженерной графики // Актуальные проблемы подготовки военных специалистов, повседневной деятельности подразделений, совершенствования теории организации и управления персоналом: в 3 т. Т. 2. Актуальные проблемы математических и естественнонаучных дисциплин при подготовке военных специалистов: в 2 ч. Ч. 2. Актуальные проблемы естественнонаучных дисциплин при подготовке военных специалистов [текст] / Сб. науч. ст. по материалам IV Всероссийской науч.-практ. конф. «Академические Жуковские чтения» (23-24 ноября 2016 г.). - Воронеж: ВУНЦ ВВС «ВВА», 2017. - 144 с..

© Кузовлев В.И., Зенин В.Л., 2019

**Кузьменко Е.Л.**

Кандидат педагогических наук, доцент кафедры общепрофессиональных дисциплин ФГКВОУ ВО «Военный учебно-научный центр Военно-воздушных сил «Военно-воздушная академия имени профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина (г. Воронеж) МО РФ  
Чернявский М.В.

курсант ВГКВОУ ВО «Военный учебно-научный центр Военно-воздушных сил «Военно-воздушная академия имени профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина (г. Воронеж) МО РФ

**Баранов Л.С.**

курсант ФГКВОУ ВО «Военный учебно-научный центр Военно-воздушных сил «Военно-воздушная академия имени профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина (г. Воронеж) МО РФ

**Шумлянцев М.Н.**

курсант ФГКВОУ ВО «Военный учебно-научный центр Военно-воздушных сил «Военно-воздушная академия имени профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина (г. Воронеж) МО РФ

**Kuzmenko E.L.,**

candidate of pedagogical science, associate professor of the Department of general professional disciplines FSOMEI «Military educational and scientific center of the Air Force "Professor N.Ye. Air Force Academy Zhukovsky and Yu.A. Gagarin (Voronezh) the Ministry of Defence of the Russian Federation  
Chernyavsky M.V.,

cadet of FSOMEI «Military educational and scientific center of the Air Force "Professor N.Ye. Air Force Academy Zhukovsky and Yu.A. Gagarin (Voronezh) the Ministry of Defence of the Russian Federation

**Baranov L.A.,**

cadet of FSOMEI «Military educational and scientific center of the Air Force "Professor N.Ye. Air Force Academy Zhukovsky and Yu.A. Gagarin (Voronezh) the Ministry of Defence of the Russian Federation

**Shumlyantcev M.N.**

cadet of FSOMEI «Military educational and scientific center of the Air Force "Professor N.Ye. Air Force Academy Zhukovsky and Yu.A. Gagarin (Voronezh) the Ministry of Defence of the Russian Federation

**ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ АДДИТИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В  
ТЕХНИЧЕСКОМ ТВОРЧЕСТВЕ КУРСАНТОВ**

**POSSIBILITIES OF ADDITIVE TECHNOLOGIES APPLICATION IN TECHNICAL  
CREATIVITY**

Ключевые слова: аддитивные технологии, 3d-принтер, техническое творчество, творческая активность и самостоятельность, графические дисциплины, моделирование, прототипирование.

Аннотация: В статье рассматривается и анализируется опыт использования и возможности 3d-печати для занятий научно-техническим творчеством в рамках военно-научного общества курсантов.

Keywords: additive technologies, 3d printer, technical creativity, creative activity and independence, graphic disciplines, modeling, prototyping

Summary: The article examines and analyzes the experience of using and the possibilities of 3d printing for practicing scientific and technical creativity within the framework of the military-scientific society of cadets.

Аддитивные технологии, или технологии 3-печати находят все большее применение в различных сферах науки и производства. Они используются в авиакосмической отрасли, автомобилестроении, машиностроении, военно-промышленном комплексе, медицинской сфере, архитектуре и строительстве, легкой промышленности [2]. Не могли они не оказать своего влияния на содержание образования. Относительная доступность оборудования позволяет использовать технологии 3-печати и для занятий по инженерной и компьютерной графике (например, выполняя печать модели, полученную с помощью программ трехмерного моделирования), а также при занятиях техническим творчеством в рамках военно-научного общества курсантов. Так, одна из работ курсантов 1 курса Военно-воздушной академии была посвящена разработке и моделированию конструкции корпуса квадрокоптера. Надо отметить, что сам предмет моделирования вызывает большой интерес у курсантов. Это устройство, которое, благодаря информационным технологиям, доступности материалов и средств, специальной литературы и информации, можно создать самостоятельно. К тому же беспилотники – это очень перспективное направление как в военной отрасли, так и в гражданских сферах жизни.

По нашему мнению, наибольший интерес с точки зрения моделирования и проектирования представляют минибеспилотники. Их элементы можно спроектировать, произвести моделирование и 3D-печать на сравнительно небольшом принтере.

Основными элементами конструкции небольшого квадрокоптера являются: рама, контроллер, моторы, аккумулятор, пропеллеры, электронный регулятор скорости, барометр, приемник, GPS и другие навесные элементы и устройства. Основой конструкции квадрокоптера является рама, к которой присоединяются все детали и элементы. Рама должна сочетать в себе такие критерии как прочность, легкость и простоту изготовления. В ней должны быть необходимые отверстия для прокладки проводов и крепления. При проектировании деталей рамы необходимо учитывать размеры навесного оборудования, расстояние между моторами, диаметры пропеллеров, максимальный взлетный вес и материал, из которого будет изготавливаться рама [1]. Иногда конструкция рамы может быть совмещена с наружной обшивкой – корпусом для уменьшения нагрузки на двигателя, путем снижения веса общей конструкции. При моделировании и изготовлении рамы надо особое внимание обращать на точность соблюдения размеров и сопряжений деталей, так как несбалансированная рама будет незапланированно изменять траекторию не хуже сгоревшего двигателя.

Учитывая то, что основные элементы квадрокоптера планировались изготавливать на 3d-принтере, то решено раму объединить с корпусом, несущим

все элементы и оборудование. Первоначально была выполнена модель корпус квадрокоптера в виде, представленным на рис. 1. Трехмерная модель выполнялась в системе Компас-3d.

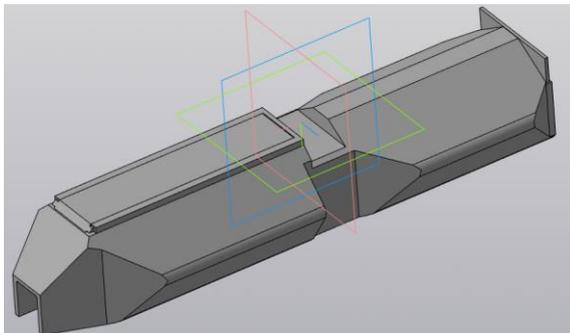


Рисунок 1 – Первоначальная модель корпуса квадрокоптера

В связи с тем, что размеры 3d-модели ограничиваются возможностями принтера, то решено было корпус квадрокоптера выполнить из двух частей (рис. 2).

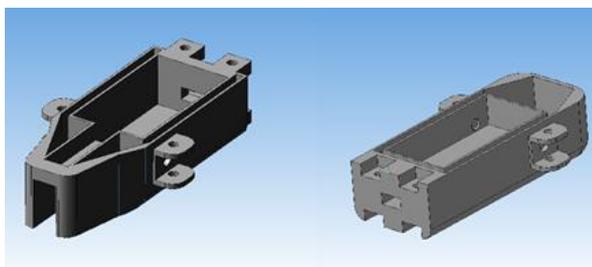


Рисунок 2 – Части корпуса квадрокоптера

Конструкция частей корпуса и места соединений были разработаны курсантом самостоятельно, исходя из размеров оборудования.

После выполнения модели был проведен ее анализ для подготовки к печати. Решено было сделать прототип, уменьшенный по размерам. Все детали корпуса печатались одновременно. На рис. 3 показана раскладка деталей для печати с помощью программы-слайсера Cura.

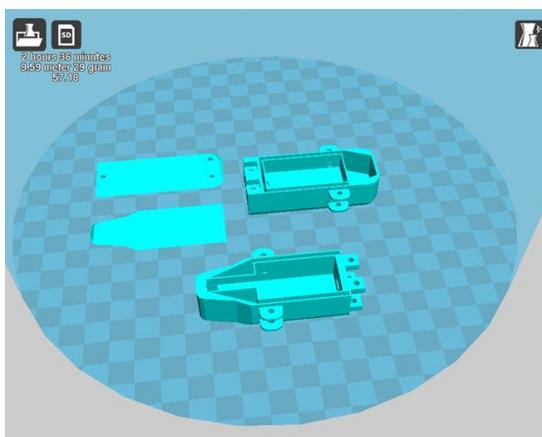


Рисунок 3 – Расположение деталей на столе в программе-слайсере Cura  
Полученный прототип модели, выполненный на 3d-принтере, позволил

воочию увидеть все достоинства и недостатки модели (рис. 4).

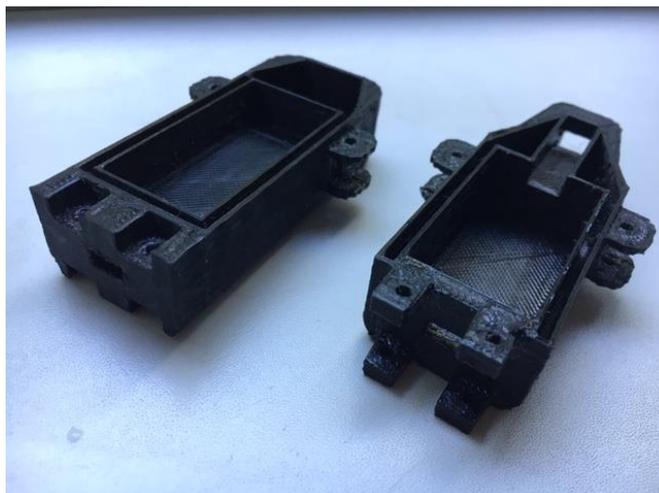


Рисунок 4 - Прототип модели корпуса, полученный с помощью 3d печати

Например, стало очевидно, что громоздкие места крепления корпуса нуждаются в доработке и изменении конструкции. Нет необходимости в двойных стенках корпуса. Необходимо также доработать крепление крышки на корпусе, а для облегчения конструкции всего корпуса решено было сделать ее решетчатой. Разумеется, модель также нуждается в постобработке после печати.

Таким образом, в результате проведенной работы можно сделать вывод о том, что применение аддитивных технологий в образовании, в частности при изучении графических дисциплин и выполнении творческих научных работ и заданий, связанных с конструированием и моделированием изделий, повышают творческую активность курсантов, побуждают их осваивать новые знания и технологии. С другой стороны, возникает также потребность в создании соответствующих методик и рекомендаций использования аддитивных технологий применительно к различным дисциплинам.

#### Список литературы

1. Жуков Р.Л., Шаманов Н.М., Кузьменко Е.Л. Моделирование элементов складного квадрокоптера средствами системы Solidworks //Современные проблемы естествознания. Инженерный анализ объектов обеспечения авиации [текст]: в 2т.Т2. Актуальные проблемы физики и химии. Актуальные проблемы общепрофессиональных дисциплин / Сб. ст. по материалам V науч.-практ. конф. «Молодежные чтения, посвященные памяти Ю.А. Гагарина» (16 мая 2018г.). – Воронеж: ВУНЦ ВВС «ВВА», 2018. – С. 142-144

2. Зленко М. А., Попович А. А., Мутылина И. Н. Аддитивные технологии в машиностроении: учеб. пособие. – СПб.: Изд-во СПбГПУ, 2013. – 222 с.

© Кузьменко Е.Л., Чернявский М.В., Баранов Л.С., Шумлянцев М.Н., 2019

УДК 62-771

**Кутищев Д.С.**

доцент, кандидат технических наук, зав кафедрой «Технических дисциплин» АНО ВО Автомобильно-транспортный институт (г. Воронеж)

**Быков В.С.**

доктор технических наук, профессор кафедры «Технических дисциплин» АНО ВО Автомобильно-транспортный институт (г. Воронеж)

**Кузнецов А.А.**

кандидат технических наук, доцент, начальник 13 кафедры «Метрологии и метрологического обеспечения вооружения и военной техники» ФГКВУ ВПО Военный учебно-научный центр Военно-воздушных сил Военно-воздушная академия им. проф. Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина г. Воронеж, РФ

**Свиридов В.Г.**

старший преподаватель, кандидат технических наук, кафедра «Метрологии и метрологического обеспечения вооружения и военной техники» ФГКВУ ВПО Военный учебно-научный центр Военно-воздушных сил Военно-воздушная академия им. проф. Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина г. Воронеж, РФ

**Сипко В.В.**

доцент, кандидат технических наук, кафедра «Эксплуатации транспортных средств» АНО ВО "Автомобильно-транспортный институт" г. Воронеж

Kutishchev D.S.

Associate Professor, Candidate of Technical Sciences, Head of the Department of Technical Disciplines at the Automobile and Transport Institute (Voronezh)

Bykov V.S.

Doctor of Technical Sciences, Professor of the Department of "Technical Disciplines" of the Autonomous Non-Profit Organization of Higher Education Institute of Automobile and Transport Institute (Voronezh)

Kuznezov A.A.

Candidate of Technical Sciences, Head of the 13th Department of Metrology and Metrology Support of Armament and Military Equipment FSUEIES HPE Military Training and Research Center of the Air Force Military Air Academy named after prof. NOT. Zhukovsky and Yu.A. Gagarin Voronezh, RF

Sviridov V.G.

Senior Lecturer, Candidate of Technical Sciences, Department of Metrology and Metrology Support for Armament and Military Equipment FGKVOU VPO Military Training and Research Center of the Air Force Military Air Academy named after prof. NOT. Zhukovsky and Yu.A. Gagarin Voronezh, RF

Sipko V.V.

Associate Professor, Candidate of Technical Sciences, Department of Operation of Vehicles "Automobile and Transport Institute" Voronezh

## **ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ УЧАСТКА ТО И ТР ЗА СЧЕТ РАЗРАБОТКИ ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКОГО ПОДЪЕМНИКА**

### **IMPROVING THE EFFICIENCY OF THE PLOT TO AND TR FOR THE DEVELOPMENT OF ELECTROMECHANICAL LIFT**

Ключевые слова: технологическое оборудование, техническое обслуживание.

Аннотация: в данной статье рассмотрена возможность внедрения устройства, для подъема и снятия КПП грузовых и легковых автомобилей в условиях современного автотранспортного предприятия. Такое внедрение должно создать условия для более эффективного и качественного выполнения работ по ТО и ТР автотранспортной техники и соответственно снизить временные затраты на проведение технологических операций, что в настоящий момент времени весьма актуально.

Keywords: Technological equipment and maintenance.

Summary: This article discusses the possibility of introducing a device for lifting and removing gearboxes of trucks and cars in a modern road transport enterprise. Such an introduction should create conditions for more efficient and high-quality work on the maintenance and repair of motor vehicles and, accordingly, reduce the time spent on carrying out technological operations, which at the present time is very important.

Современные экономические условия в России постоянно изменяются, из-за чего многие автотранспортные предприятия стремятся максимально рационализировать и повысить эффективность службы ТО и ТР автомобилей.

Поэтому подвижной состав необходимо поддерживать в технически исправном и работоспособном состоянии всегда, в течение всего срока эксплуатации. Для этого проводят техническое обслуживание (ТО), планово-предупредительный ремонт (ППР) и текущий ремонт (ТР) автомобиля [1].

Важную роль при ремонте играют применяемые инструменты и оборудование [2]. От этого напрямую зависит качество выполняемых производственных работ.

Цель предлагаемой конструкции – повысить производительность и снизить трудозатраты при снятии коробки переменных передач, за счёт разработки электромеханического подъемника с приспособлением для снятия и установки агрегатов трансмиссии, так как для многих современных предприятий это является весьма актуальной задачей [2].

Процесс ремонта коробок перемены передач грузовых автомобилей состоит из снятия их с автомобиля, самого ремонта и установки отремонтированного агрегата на место. При ремонте муфты сцепления также необходимо снимать КПП с автомобиля.

В настоящее время снятие КПП производят с помощью приспособления для снятия и установки коробки передач или при помощи крана для замены агрегатов грузовых автомобилей.

Первые (лебедочного типа), рабочий устанавливает в кабине автомобиля приспособление, затем цепляет цепь к КПП посредством крюка, лезет под автомобиль и, отсоединив коробку от других агрегатов автомобиля, залезает в кабину, опускает коробку на пол на заранее поставленную телегу, отсоединяет крюк приспособления и буксирует КПП на место ремонта.

Еще более сложен процесс по установке КПП на автомобиль. Повторив все вышеописанные операции в обратном порядке очень трудно и небезопасно произвести фиксирование первичного вала агрегата с центром коленчатого вала двигателя, в связи с чем, требуется затрачивать много времени и усилий, а работа

выполняется практически вручную.

Раскачивающаяся трехсоткилограммовая коробка передач может травмировать пальцы рук. Применение для этой цели приспособления невозможно с точки зрения охраны труда

Вторыми (краны) пользуются, предварительно вывесив автомобиль на подъемнике и подперев его дополнительными страхующими стойками.

Подгоняют кран под КПП, устанавливают поворотный подхват под агрегатом, отсоединяют коробку от автомобиля и вывозят посредством крана из-под автомобиля. С помощью электротельфера перемещают КПП в агрегатный участок.

В последнем методе задействовано минимум два человека, один точно подгоняет кран и удерживает его от самооткатывания, а другой отсоединяет КПП от автомобиля. Процесс более безопасен, но не менее трудоемок.

Все эти недостатки применения данных устройств вызывают необходимость максимальной механизации процесса с минимизацией трудоёмкости процесса

Проектируемый электромеханический подъемник с приспособлением для снятия и установки агрегатов трансмиссии может использоваться как оборудование для работ в осмотровой канаве, так и оборудование для работ по трансмиссии напольного типа,двигающегося по рельсам вдоль поста ТР.

Подъемник, двигаясь вдоль осмотровой канавы, позволяет перемещать приспособление с установленной на нём КПП вдоль оси движения автомобиля. Перемещение коробки передач по высоте производится механизмом подъёма. Поперечное перемещение агрегата производится вручную, посредством вращения маховика привода передвижения каретки.

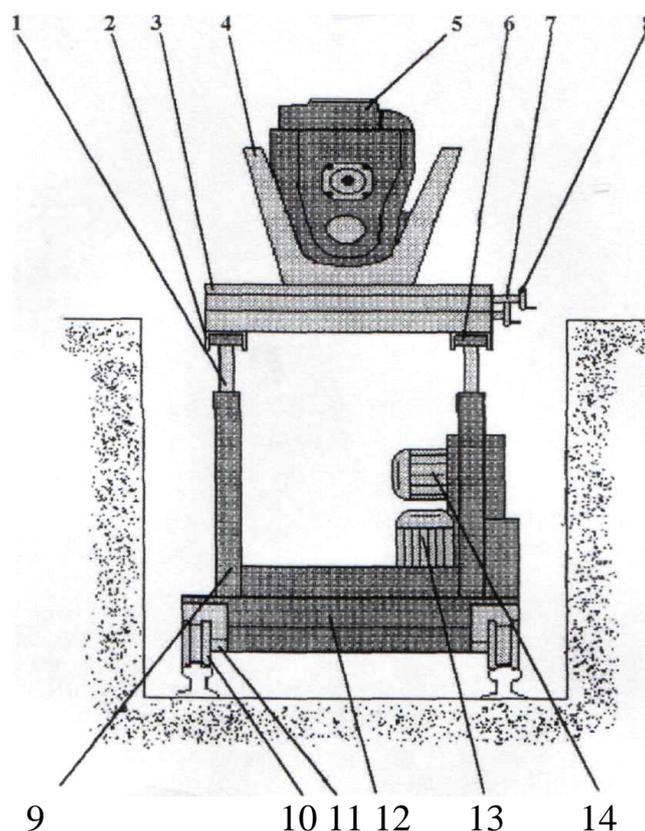
Таким образом, имеется возможность перемещения агрегата в трёх плоскостях, что позволяет не только перемещать КПП, но и совмещать ось первичного вала КПП с осью коленчатого вала двигателя, а затем устанавливать коробку передач на место.

Более того, при оборудовании поста ТР подъемником для поднятия автомобилей, появляется возможность перемещения агрегата за пределы автомобиля с последующей транспортировкой электротельфером на участок ремонта агрегатов трансмиссии. Обслуживание процесса производится одним человеком.

Весь подъемник составляют три механизма (рисунок 1).

1. Механизм перемещения представлен рамами-направляющими 3, скольжение которых относительно друг друга осуществляется по пазам. На верхней раме закреплен с помощью сварки держатель 4 агрегата 5 П-образной формы. Держатель выполнен из швеллера.

Рама приводится в движение от закрепленной под ней гайки, которая перемещается поступательно по вращающемуся винту 7. Опорой трапециевидного винта являются подшипники. Вращение винта производится вручную посредством вращения съемного маховика 8 с рукояткой. Гайки закреплены на рамах таким образом, чтобы последние при их перемещении относительно друг друга не выпадали из пазов.



1 - цилиндрическая штанга; 2 - опора; 3 - рама-направляющая; 4 - держатель агрегата; 5 - агрегат автомобиля (КПП); 6 - верхняя траверса; 7 - винт механизма перемещения; 8 - маховик винта; 9 - стойка механизма подъёма; 10 - колесо; 11 - вал привода механизма передвижения; 12 - рама подъёмника; 13,14-электродвигатель.

Рисунок 1 - Схема электромеханического подъёмника для снятия и установки КПП

2. Паз выполнен таким, чтобы осуществлять функции, как скольжения-перемещения, так и функцию опоры рамы при её крайнем положении.

3. Нижняя рама крепится при помощи болтов к поперечным опорам-швеллерам 2, которые в свою очередь закрепляются болтами на верхних траверсах 6 механизма подъёма.

Конструкцию механизма подъёма составляют стойки коробчатой конструкций 9, выполненные каждая из двух швеллерных балок. Нижние концы балок прикреплены к раме 12 передвижной платформы. Верхние концы связаны между собой опорой грузового винта. Рабочие органы подъёмника размещены внутри стоек. Каждый рабочий орган состоит из двух цилиндрических штанг 1, проходящих через втулки в опоре грузового винта и закрепленных концами в нижней и верхней траверсах. В нижнюю траверсу запрессована гайка грузового винта. Несколько ниже этой гайки на винт накручена страховочная гайка. Верхние траверсы рабочих органов выполняют роль основных опор для креплений механизма перемещения. Ход рабочих органов ограничивается двумя концевыми выключателями. Привод механизма подъёма состоит из электродвигателя 14, червячного редуктора, на выходном валу которого размещена звёздочка, двух звёздочек посаженных на грузовом винте, двух звёздочек-натяжителей цепи и

самой цепи. Конструкция привода обеспечивает синхронное вращение грузовых винтов. Конструкционные элементы механизма передвижения выполнены из гнутых и катаных профилей, которые соединены между собой с помощью сварки.

Передвижная тележка представляет собой привод и раму, с закрепленными на ней подшипниковыми узлами, в которые установлены колёса 10 на двух валах 11. На каждом валу стоит звёздочка. Вращение звёздочки происходит от двигателя 13 через червячный редуктор и цепь. Вращение колёс синхронно. Натяжение цепи регулируется двумя натяжителями цепи.

Безопасная работа подъёмника при эксплуатации обеспечивается:

- смазыванием всех трущихся поверхностей специальными смазочными материалами с соблюдением правил и периодичности обслуживания;
- эксплуатированием в соответствии с назначением, не нагружая свыше установленной грузоподъёмности;
- соблюдением правил установки автомобиля на смотровой канаве, с предотвращением автомобиля от скатывания или передвижения;
- заездом и съездом автомобиля на смотровую канаву только при собранном положении механизма перемещения и крайнем нижнем положении механизма подъёма;
- соблюдением равномерного перемещения всех узлов подъёмника во избежание ударных нагрузок;
- применением в каждом винтовом механизме механизма подъёма дополнительных ненагруженных контргаек, соединённых с главной гайкой, таким образом, обеспечивается возможность контроля износа главных гаек и предотвращение падения;
- производить периодическое натяжение цепей механизмов подъёма и передвижения;
- применением в крайних положениях вышеупомянутого механизма конечных выключателей;
- применением защитной системы «зануления» для предотвращения поражения электрическим током;
- избегать повреждения электрического кабеля;
- производить ежедневный осмотр узлов, креплений и работу подъёмника без нагрузки.

#### Список литературы

1. Д.С. Кутищев. Снижение временных затрат при ТО и ТР автомобиля за счет внедрения более технологического оборудования. [Текст]: "Актуальные проблемы науки и образования на современном этапе" Сборник статей Всероссийской научно-практической конференции. - "Негосударственное образовательное учреждение высшего профессионального образования Институт экономики и права" Д.С. Кутищев, В.В. Сипко, В.А. Овчаров, М.К. Батурина - Воронеж 2015. С. 117-121.

2. В.И. Анурьев. Справочник конструктора-машиностроителя. [Текст]: справочник в 3-х т. т. 1. -5-е изд., перераб. и доп. / В.И. Анурьев. - М.: Машиностроение, 2001.

УДК 621.828.2:539.4 (031)

**Кухаренко С.П.**

доцент, кандидат технических наук  
кафедры общепрофессиональных  
дисциплин военно-воздушной академии  
им. проф. Н.Е. Жуковского и Ю.А.  
Гагарина (г. Воронеж)

**Дундуков Ю.А.**

курсант ФГКВОУ ВПО «Военный  
учебно-научный центр Военно-  
воздушных сил «Военно-воздушная  
академия им. проф. Н.Е. Жуковского и  
Ю.А. Гагарина» г. Воронеж, РФ

**Kukharenko S.P.**

Associate Professor, Candidate of  
Technical Sciences of the Department of  
General Professional Disciplines of the  
Air Force Academy prof. N.Ye.  
Zhukovsky and Yu.A. Gagarin  
(Voronezh)

**Dundukov Yu.A.**

cadet Federal Military Educational  
Institution of Higher Professional  
Education "Military Training and  
Scientific Center of the Air Force"  
Military Air Academy named after prof.  
NOT. Zhukovsky and Yu.A. Gagarin  
"Voronezh, RF

## **РАСЧЕТ НА ПРОЧНОСТЬ ЭЛЕМЕНТОВ ВИЛЬЧАТЫХ СОЕДИНЕНИЙ ТРАНСМИССИИ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ С УЧЕТОМ РЕЗОНАНСНОЙ ЧАСТОТЫ**

### **CALCULATION ON THE STRENGTH OF ELEMENTS OF VILCH COMPOUNDS OF TRANSMISSION OF VEHICLES WITH REGARD TO THE RESONANCE FREQUENCY**

Ключевые слова: трансмиссия, шарнир, кардан, проушина, агрегат, напряжение, жесткость, зона контакта, ось, крестовина, колебательный контур, резонанс.

Аннотация: в статье рассматриваются вопросы прочностных расчетов элементов вильчатых соединений в трансмиссии транспортных автомобилей с учетом резонансных явлений, направленных на повышение безопасности автомобиля.

Keywords: transmission, hinge, cardan, eye, unit, tension, stiffness, contact zone, axis, cross, oscillating circuit, resonance.

Annotation: the article deals with the strength calculations of the elements of forked joints in the transmission of vehicles with regard to resonant phenomena aimed at improving the safety of the car.

Известно, что шарнирные узлы и соединения относятся к наиболее ответственным элементам трансмиссии транспортных средств [1]. Однако специализированных пособий по расчетам высоконагруженных шарнирных узлов на прочность и долговечность с учетом резонансных явлений пока не хватает. При этом следует учесть высокую ответственность этих расчетов, так как шарнирные соединения лежат в основе таких агрегатов, как системы управления и функционирования транспортных и строительных машин, а также карданных передач.

Расчеты на усталостную прочность выполняют, как правило, по

эксплуатационным нагрузкам. Однако в таких расчетах не учитывается величина динамического модуля упругости, обусловленного процессами колебания, т. е. в динамическом режиме работы материала. В данной статье предлагается вариант расчета вильчатого соединения шарнирного узла на прочность с учетом резонансной частоты.

На рисунке 1 представлена силовая схема карданного шарнирного соединения, передающего только крутящий момент, являющегося элементом трансмиссий многих транспортных машин,.

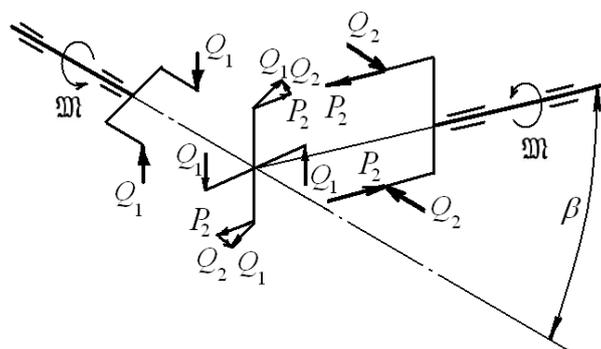
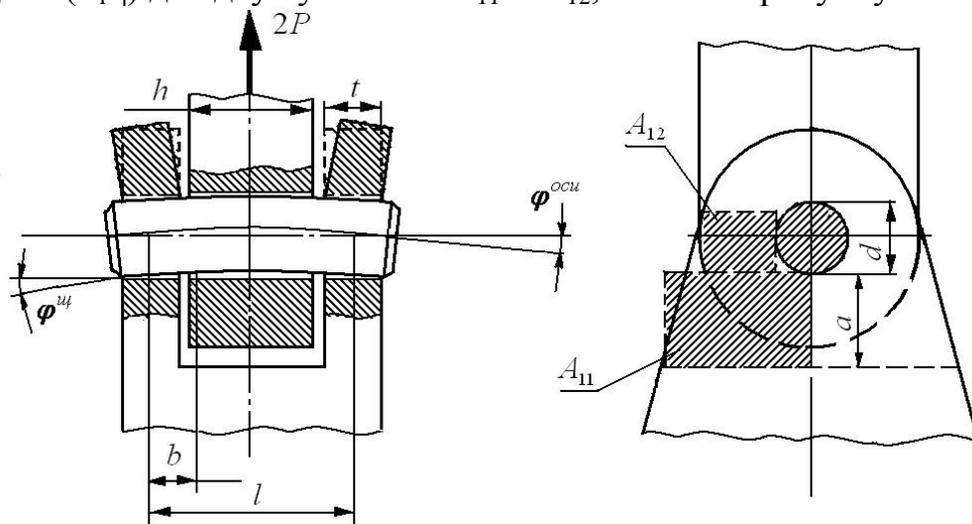


Рисунок 1 – Силы, действующие на крестовину и проушины вилок кардана

Нагрузка на ось, вызывающая изгиб, будет передаваться двумя сосредоточенными силами  $P_2$ , как показано на рисунке 1.

Введем обозначения расчетных величин, с учетом жесткости щек проушин вилок кардана ( $E_i J_i$ ) для двух участков  $A_{11}$  и  $A_{12}$ , согласно рисунку 2.



$h$  – ширина центральной проушины;  $t$  - толщина щек вильчатой проушины;  $b$  – координата точек приложения силы  $P$ ;  $\varphi^{щ}$  и  $\varphi^{оси}$  - углы поворота оси и щеки соответственно;  $a$  – расстояние от основания паза щеки вильчатой проушины до зоны контакта ось-щека;  $A_{11}$  и  $A_{12}$  - верхняя и нижняя зоны контакта проушин с осью

Рисунок 2 – Расчетная схема с учетом изгиба щеки вильчатой проушины

Если зазор между осью и вильчатой проушиной близок к нулю, то для углов поворота поперечных сечений изогнутой оси и щеки имеем

$$\varphi^{щ} = \varphi^{оси} \quad (3)$$

Угол поворота поперечного сечения оси-балки определится из уравнения изогнутой оси, известного из курса «Сопротивление материалов»

$$\varphi^{ocu} = \frac{1}{2E_2 \cdot J_2} \cdot \left[ \frac{P \cdot b \cdot (l-b)}{l} - M_u \right] \quad (4)$$

где  $E_2 J_2$  - жесткость оси;  $l$  – расчетная длина оси-балки между осями симметрии щек.

Угол поворота поперечного сечения консольной балки-щеки, нагруженной моментом только на изгиб, определен условием распределения момента между верхней  $A_{12}$  и нижней  $A_{11}$  контактными зонами поровну

$$\varphi^u = M_u \cdot \left[ \frac{a}{E_1 J_{11}} + \frac{0,5 \cdot d}{E_1 J_{12}} \right] \quad (5)$$

где  $E_1 J_{11}$  и  $E_1 J_{12}$  - жесткости нижней и верхней контактной зон;  $d$  – диаметр оси-балки.

На основании равенства углов (3) определится неизвестный момент

$$M_u = \frac{P \cdot b \cdot (l-b)}{2l \cdot C_0} \quad (6)$$

$$\text{где } C_0 = \frac{a}{l} \cdot \frac{E_2 J_2}{E_1 \cdot J_{11}} + \frac{0,5 \cdot d}{l} \cdot \frac{E_2 J_2}{E_1 J_{12}} + 0,5.$$

Однако коэффициент  $C_0$  не учитывает явлений резонанса, которые могут возникнуть в верхней и нижней зоне контакта проушин с осью и, как следствие, привести к существенному снижению его усталостной прочности. Поэтому в расчетах следует учитывать динамический модуль упругости, обусловленный процессами колебания.

Качество материала при динамических нагрузках в процессе колебания характеризуется динамическим модулем упругости [2], зависящим от резонансной частоты механического колебательного контура

$$E_{дин} = 3,18 \frac{l^4 \cdot q}{J_{но} \cdot g} \cdot f_0^2 \quad (7)$$

где  $q = \frac{P}{l}$  - вес, распределенный по длине бруса  $\left[ \frac{H}{M} \right]$ ;  $f_0$  – резонансная частота по основному тону для разных материалов, определенная экспериментально на консольной балке из соответствующего материала [2];  $g$  – ускорение свободного падения  $\left[ \frac{M}{c^2} \right]$ ;  $J_{но}$  – момент инерции относительно нейтральной оси.

С учетом динамических модулей упругости материалов вильчатого соединения, рассчитанных по формуле (7), константа  $C_0$  в формуле (6) примет вид

$$C_0^* = \frac{a}{l} \cdot \frac{E_2^{\partial ин} J_2}{E_1^{\partial ин} \cdot J_{11}} + \frac{0,5 \cdot d}{l} \cdot \frac{E_2^{\partial ин} J_2}{E_1^{\partial ин} J_{12}} + 0,5$$

$$C_0^* = 3,18 \frac{f_0^2}{g} \cdot \left(\frac{l}{a}\right)^3 \frac{q_2 \cdot J_1}{q_1} \cdot \left(\frac{1}{J_{11}} + \frac{0,5 \cdot d}{a^5 \cdot J_{12}}\right) + 0,5 \quad (8)$$

В теории механических колебаний [3] установлена связь между частотой основного тона собственных колебаний бруса и его динамическим модулем продольной упругости

$$\omega_1 = 2\pi \cdot f_0 = \frac{3,52}{l^2} \cdot \sqrt{\frac{E_{дин} \cdot J_{но} \cdot g}{q}} \quad (9)$$

Для обеспечения усталостной прочности элементов вильчатого соединения следует обеспечить рабочие частоты, отличающиеся на  $\pm 30\%$  от резонансной частоты путем подбора материалов по динамическому модулю упругости.

Расчетные максимальные напряжения в элементах вильчатого соединения можно определить по формуле [1]

$$\sigma_{\varphi \max} = \frac{P}{A_{12}} K_{\sigma} + \frac{0,5 \cdot M_u}{W_{12}} K_u \quad (10)$$

где  $K_{\sigma}$  - коэффициент концентрации напряжений при растяжении проушины;  $K_u$  - коэффициент концентрации напряжений при изгибе полосы с отверстием.

Уточненный расчет неизвестного момента  $M_u^*$  по формуле (6) выполним с учетом колебаний в опорах оси-балки, для чего в расчетную формулу коэффициента  $C_0^*$  введем выражение динамического модуля упругости.

Расчет максимальных напряжений в щеке вильчатого соединения, с учетом резонансных явлений выполним по формуле (10), с уточненным значением коэффициента  $C_0^*$  из формулы (6) за счет введения динамических модулей упругости верхней  $A_{12}$  и нижней  $A_{11}$  контактных зон

$$\sigma_{\varphi \max}^* = \frac{P}{A_{12}} K_{\sigma}^* + \frac{0,5 \cdot M_u^*}{W_{12}} K_u^* \quad (11)$$

где  $A_{12}$  и  $W_{12}$  - соответственно, площадь и момент сопротивления верхней контактной зоны.

Подбор материалов вильчатых соединений с учетом резонансных явлений на основе условия прочности позволит повысить надежность и эксплуатационную безопасность транспортного средства.

#### Список литературы

- 1 Сухарев С.П. Прочность шарнирных узлов машин. Справочное пособие. М., «Машиностроение», 1977. - 168 с.
- 2 Сопротивление материалов. Лабораторный практикум. /А.С. Вольмир, Ю.П. Григорьев, В.А. Марьин, А.И. Станкевич. – М.: Дрофа, 2004. – 352 с.
- 3 Вульфсон И. И. Краткий курс теории механических колебаний / И.И. Вульфсон - Библиотека ВНТР. - М.: ВНТР, 2017. - 241 с.

© Кухаренко С.П., Дундуков Ю.А., 2019

УДК 62-822/004.92

**Лоскутов А.С.**

курсант ФГКВОУ ВПО «Военный учебно-научный центр Военно-воздушных сил «Военно-воздушная академия им. Проф. Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина», г. Воронеж, РФ

**Котенев М.А.**

курсант ФГКВОУ ВПО «Военный учебно-научный центр Военно-воздушных сил «Военно-воздушная академия им. Проф. Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина», г. Воронеж, РФ

**Веретенников А.Н.**

доцент, кандидат технических наук ФГКВОУ ВПО «Военный учебно-научный центр Военно-воздушных сил «Военно-воздушная академия им. Проф. Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина», г. Воронеж, РФ

Loskutov A.S.

Cadet at the Military Educational and Scientific Center of the Air Force "Military Air Academy named after Prof. NOT. Zhukovsky and Yu.A. Gagarin ",

Voronezh, RF

Kotenev M.A.

Cadet at the Military Educational and Scientific Center of the Air Force

"Military Air Academy named after Prof. NOT. Zhukovsky and Yu.A. Gagarin ",

Voronezh, RF

Veretennikov A.N.

Associate Professor, Candidate of Technical Sciences FGKVOU VPO

"Military Training and Scientific Center of the Air Force" Air Force Academy. Prof.

NOT. Zhukovsky and Yu.A. Gagarina ",

Voronezh, RF

## **ИЗУЧЕНИЕ ОСНОВ 3D-МОДЕЛИРОВАНИЯ НА ПРИМЕРЕ ГИДРОЦИЛИНДРА ПОДЪЕМНИКА**

### **STUDYING THE BASIS OF 3D MODELING ON THE EXAMPLE OF A HYDROCYLINDER LIFT**

Ключевые слова: 3d-моделирование, САПР, гидропривод, гидроцилиндр, подъемник

Аннотация: В статье рассмотрены некоторые вопросы и проблемы изучения технических дисциплин в высшем учебном заведении. С помощью современных систем автоматизированного проектирования созданы 3D-модели деталей, узлов и механизмов используемые в учебном процессе.

Keywords: 3d-modeling, CAD, hydraulic drive, hydraulic cylinder, lift

Summary: The article discusses some of the issues and problems of studying technical disciplines in higher education. With the help of modern computer-aided design systems, 3D-models of parts, components and mechanisms used in the educational process have been created.

Современное образование, как и многие сферы жизни человека, в связи с быстроразвивающимся научно-техническим прогрессом, претерпевает изменения.

Преподавание и изучение некоторых специальных дисциплин, в соответствии с Федеральными государственными образовательными стандартами требует соответствующего материально-технического обеспечения учебного процесса, причем не только наличия и использования различных макетов, стендов, образцов, но и компьютерного сопровождения обучения с применением

современных программно-комплексных приложений для обработки информации, моделирования устройств и их узлов в целом и по отдельности.

Целью работы являлось создание 3D-модели элементов гидропривода подъемника с применением технических средств и современного программного обеспечения. Для достижения поставленной цели необходимо было выполнить ряд поставленных задач: Литературный обзор (цели и возможности различных систем САПР, узлы, механизмы и детали машин); знакомство с возможностями САПР Компас-3D; создание 3D-моделей деталей гидроцилиндра для гидропривода; создание 3D-сборки гидроцилиндра; создание сборочного чертежа гидроцилиндра и сопроводительной документации (спецификация, чертежи отдельных деталей); создание анимации работы гидроцилиндра.

Для решения многих задач в технике и различных производствах используются различные виды механических передач, однако, наряду с ними распространены и гидравлические передачи, по сути выполняющие те же самые функции.

Гидравлический привод (гидропривод) - совокупность устройств, основное предназначение которых передача движение рабочим элементам машин и механизмов за счет использования гидравлической энергии [1].

Основные функции гидропривода, как и любой механической передачи это: преобразование вида движения и его параметров; увеличение мощности, подводимой к рабочему органу; защита узлов машины от перегрузок.

Гидроприводы могут быть двух типов: 1. Гидродинамические - используется кинетическая энергия потока жидкости. Характеризуются большими скоростями жидкости и относительно низкими давлениями (обычно до 2 МПа). 2. Объемные - используется потенциальная энергия давления жидкости. Характеризуются малыми скоростями (до 5 м/с) жидкости и высокими рабочими давлениями (до 32 МПа иногда до 200-300 МПа) [1].

Типичным примером первых можно назвать центробежный насос, работающий по типу вентилятора, а для вторых – поршневой насос, имеющий некоторый ограниченный объем и работающий периодически.

Обязательными элементами гидропривода являются: 1) насос - источник гидравлической энергии; 2) гидродвигатель – потребитель гидроэнергии, преобразует ее в механическую работу; 3) регулирующая аппаратура (дрессели, гидрораспределители); 4) гидрролинии (трубки, шланги и т.д.); 5) дополнительное оборудование (фильтры для очистки рабочей жидкости, устройства регулирования температуры, если они необходимы и т.д.).

Сфера применения гидропривода очень велика – это практически все области промышленности, строительная техника, станкостроение, авиация, автомобильная техника и т.д. Значительный объем работ на высоте выполняется с применением подъемников с гидравлическими приводами стрел (мачт).

Гидроподъемники состоят из неподвижного основания, укрепленного на платформе автомобиля, поворотной рамы и складывающейся стрелы в виде двух шарнирно соединенных коленьев.

Конструкция стрелы, за счет работы гидравлической части, позволяет

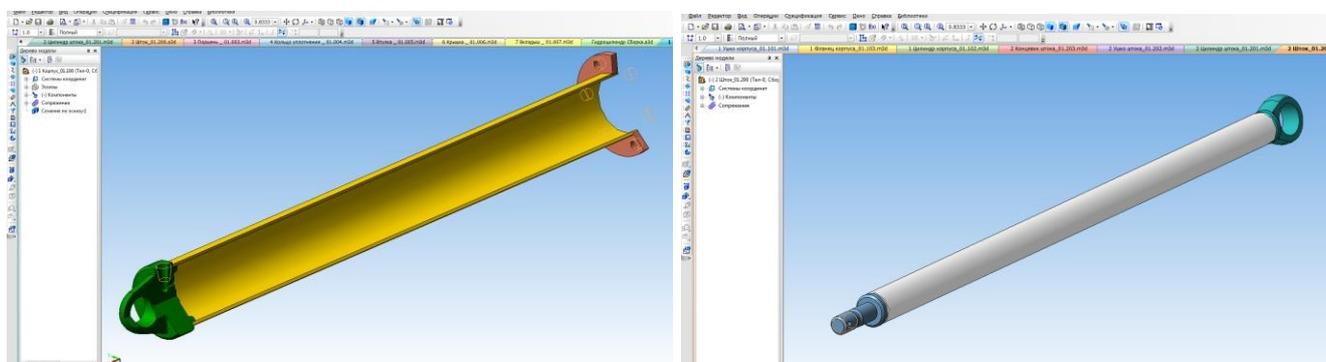
подавать люльку не только по вертикали на максимальную высоту, но и в сторону под любым углом от оси вращения поворотной рамы, а также в зону, расположенную ниже уровня земли (рисунок 1).



Рисунок 1 – Гидроподъемник и его элементы

Основной рабочей частью гидроподъемника является гидроцилиндр – объемный гидравлический двигатель, основанный на принципе возвратно поступательного движения, происходящего за счет подачи жидкости под высоким давлением. Как правило, гидроцилиндр состоит из следующих частей: шток; поршень; гильза, которая является корпусом; поршневые уплотнения; букса; задняя крышка.

В программе Компас-3D были созданы модели деталей гидроцилиндра подъемника [2]. Ушко и цилиндр корпуса, фланец, соединив которые получили корпус цилиндра в сборе (рисунок 2 а). Концевик, ушко и цилиндр штока, соединив которые получили шток в сборе (рисунок 2 б). Поршень, втулка, кольцо уплотнительное, крышка гидроцилиндра (рисунок 3). После чего произведена сборка всех узлов и деталей гидроцилиндра (рисунок 4).

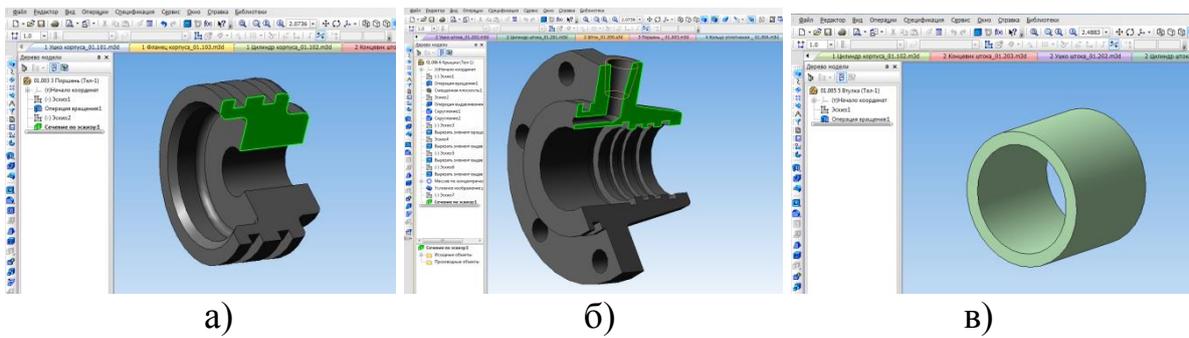


а)

б)

а) корпус в сборе; б) шток в сборе;

Рисунок 2 – 3D-модели основных узлов гидроцилиндра



а) поршень; б) крышка; в) втулка  
 Рисунок 3 – 3D-модели деталей гидроцилиндра

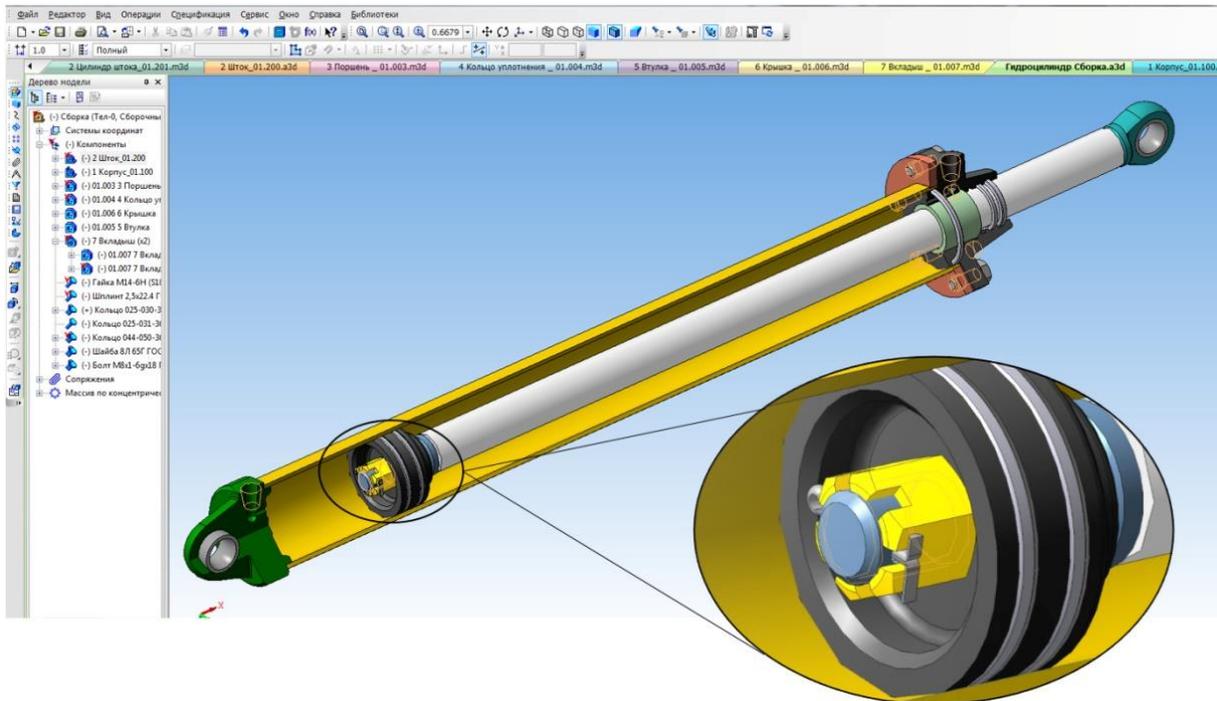


Рисунок 4 – 3D-модель гидроцилиндра подъемника

Соединение всех элементов осуществляется стандартными библиотечными элементами (болты, гайки, шайбы), уплотнительные кольца для создания герметичности также библиотечные стандартные изделия [3]. Относительное позиционирование элементов гидроцилиндра осуществлялось в основном операциями сопряжения «соосность», «параллельность», «касание».

При моделировании гидроцилиндра изучены основы работы в модуле 3D-моделирования (работа с эскизами, операции выдавливания, вращения, операции вырезать выдавливанием, вырезать вращением, создание фасок, скруглений, массивов по концентрической сетке и зеркального массива, работа с дополнительными плоскостями и свойствами модели).

В ходе выполнения задания у обучающихся первого курса уже начинают формироваться не только общепрофессиональные компетенции, заложенные во ФГОС, но и часть профессиональных компетенций, связанных с их будущей профессиональной деятельностью.

Помимо этого, уже на первом курсе обучения закладывается фундамент к

изучению многих специальных дисциплин.

#### Список литературы

1. Схиртладзе А.Г. и др. Гидравлика в машиностроении. Часть 2. учеб. / А.Г. Схиртладзе, В.И. Иванов, В.Н. Кареев [и др.]. - Старый Оскол: ТНТ, 2008. – 496 с.
2. Ефремов Г. В. Инженерная и компьютерная графика на базе графических систем : учебное пособие для вузов / Г. В. Ефремов, С. И. Ньюкалова. - Старый Оскол: ТНТ, 2014. - 256 с.
3. Большаков В. П. Создание трехмерных моделей и конструкторской документации в системе КОМПАС-3D : Учебное пособие / БХВ-Петербург, 2010. - 496 с.

© Лоскутов А.С., Котенев М.А., Веретенников А.Н., 2019

УДК 630.323.113

**Лоскутов А.С.**

курсант ФГКВОУ ВПО «Военный учебно-научный центр Военно-воздушных сил «Военно-воздушная академия им. Проф. Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина», г. Воронеж, РФ

**Веретенников А.Н.**

доцент, кандидат технических наук ФГКВОУ ВПО «Военный учебно-научный центр Военно-воздушных сил «Военно-воздушная академия им. Проф. Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина», г. Воронеж, РФ

Loskutov A.S.

Lecturer at the Military Educational and Scientific Center of the Air Force "Military Air Academy named after Prof. NOT. Zhukovsky and Yu.A. Gagarin ", Voronezh, RF

Veretennikov A.N.

Associate Professor, Candidate of Technical Sciences FGKVOU VPO "Military Training and Scientific Center of the Air Force" Air Force Academy. Prof. NOT. Zhukovsky and Yu.A. Gagarina ", Voronezh, RF

### **ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ НЕМЕТАЛЛИЧЕСКИХ АНТИФРИКЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ В МАШИНОСТРОЕНИИ**

#### **PERSPECTIVES OF THE APPLICATION OF NONMETALLIC ANTIFRICTION MATERIALS IN MECHANICAL ENGINEERING**

Ключевые слова: трение, изнашивание, неметаллический антифрикционный материал, манипулятор, шарнирное соединение

Keywords: friction, wear, non-metallic anti-friction material, manipulator, swivel joint

Аннотация. В статье рассмотрена возможность применения самосмазывающихся неметаллических антифрикционных материалов в узлах трения технологического оборудования манипуляторного типа. Представлен принципиальный процесс производства таких материалов. Даны некоторые результаты экспериментальных исследований.

Summary: The article considers the possibility of using self-lubricating non-metallic anti-friction materials in friction units of manipulator-type process equipment. A fundamental process for the production of such materials is presented. Some results of experimental studies are given.

В промышленности широко используются машины, оснащенные

манипуляторным технологическим оборудованием. Звенья манипуляторов соединяются между собой и с приводными гидроцилиндрами шарнирными соединениями. Шарнирные соединения являются слабым местом технологического оборудования манипуляторных машин. Рабочий ресурс базовых машин составляет 5000...7000 моточасов, последние разработки позволили повысить технический уровень металлоконструкций манипуляторов до уровня базовой машины, однако технический уровень шарнирных соединений манипуляторов остается прежним. При наработке до 3000...3300 моточасов шарниры, вследствие износа, выходят из строя.

Одной из основных причин низкой износостойкости шарниров манипуляторов является несоответствие смазочного материала условиям работы этих узлов. В качестве смазочного материала в них применяются пластичные смазки (Солидол С, Пресс-солидол С и др.). Смазки такого типа не оправдывают своего применения в узлах трения манипуляторов. Под действием больших удельных нагрузок (до 100 МПа), на которые накладываются динамические нагрузки, а также в результате реверса, в режиме которого работают все шарнирные соединения лесных манипуляторов, пластичные смазки выдавливаются из зоны трения. В результате не образуется устойчивого масляного гидроклина и шарниры манипуляторов работают в режиме граничного и полусухого трения.

Такие условия работы виды изнашивания шарниров манипуляторов, в результате которых снижается их износостойкость: водородное; абразивное; окислительное; в следствии пластической деформации; при фреттинг-коррозии; схватывание, проявляющееся в задирах и заеданиях; и, возможно, коррозионное изнашивание.

Проявление этих видов изнашивания при работе шарниров манипуляторов обусловлено спецификой условий работы (высокие удельные нагрузки, наличие динамических нагрузок, работа при температурах воздуха от  $-30^{\circ}\text{C}$  до  $+35^{\circ}\text{C}$ , переменчивая влажность воздуха, абразивность окружающей среды, длительные перерывы в работе технологического оборудования) и спецификой предмета труда.

Чтобы исключить или уменьшить влияние этих видов изнашивания на износостойкость таких узлов трения, и повысить их рабочий ресурс, в качестве смазочного материала наиболее целесообразно было бы предположить самосмазывающийся антифрикционный материал, который мог бы гарантировать разделение трущихся поверхностей при работе.

В качестве таких материалов могут выступать самосмазывающиеся антифрикционные пластики. В настоящее время, как антифрикционный материал, в шарнирах лесных манипуляторов применяются сталь 45 и Бр. О5Ц5С5, в отдельных случаях антифрикционные чугуны.

Было рассмотрено несколько вариантов перспективных антифрикционных и смазочных материалов – это возможность применения баббитов, ТСП, твердых смазок и полимерных материалов. Проведя сравнительный анализ этих материалов выбор был остановлен на самосмазывающемся антифрикционном

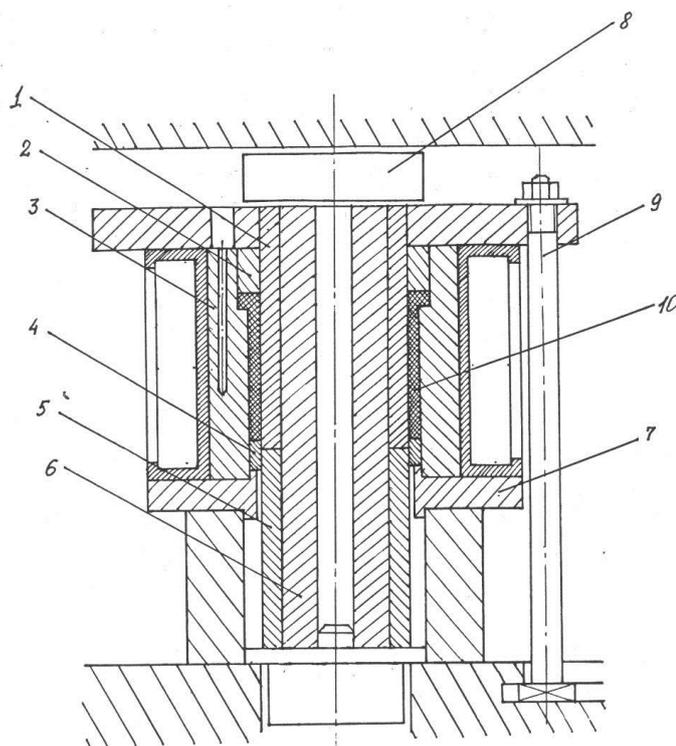
пластике ЭСТЕРАН-29. Физико-механические свойства этого материала представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Физико-механические свойства антифрикционного пластика ЭСТЕРАН-29

Параметры	ЭСТЕРАН-29
Плотность, г/см <sup>3</sup> .	3.1
Ударная вязкость, кг×см/см <sup>2</sup> .	3
Твердость по Бринелю, кгс/мм <sup>2</sup> .	22 – 25
Предел прочности при сжатии, кгс/см <sup>2</sup> .	800
Интенсивность линейного изнашивания.	$0.5 \times 10^{-9}$
Диапазон рабочих температур.	-200...+200

Этот материал при довольно низкой себестоимости обладает необходимой прочностью, выдерживает не разрушаясь высокие удельные нагрузки. Диапазон его рабочих температур находится в пределах от -200° до +200°, не требует дополнительного подвода смазки, имеет низкую интенсивность линейного изнашивания и низкий коэффициент трения. Практика позволила установить еще одно преимущество пластиков перед металлами, которое заключается в более высокой абразивной износостойкости. Податливость пластика позволяет твердым частицам погрузиться в тело втулки, благодаря чему износ подшипника резко уменьшается. Проведенные в проектноконструкторском бюро Главстроймеханизации Минстроя СССР лабораторные и эксплуатационные испытания на изнашивание подшипников такого типа, работавших в абразивной среде, показали, что их износостойкость на 25 – 40% выше по сравнению с бронзой. Пластик ЭСТЕРАН-29 представляет собой многокомпонентную систему, в которой в качестве связующего использованы полимеры. В качестве наполнителя в их состав входят твердые смазки со слоистой структурой.

Перерабатываются пластики методом компрессионного и литьевого прессования под давлением от 40 до 100 МПа при температуре (в зависимости от применяемого связующего) 230 - 500°С. Для изготовления деталей из АСП методом прессования используют прессформу (рисунок 1), Габариты прессформы и ее элементов подбираются в соответствии с размерами изготавливаемых изделий. Технологический процесс прессования состоит из следующих операций: подготовка сырья, подогрев прессформы до 70 – 800С, загрузка прессформы (засыпка порошка), расплавление порошка, повышение давления до 400 – 1500 кгс/см<sup>2</sup> (величина давления зависит от свойств пластика), выдержка под давлением с продолжительностью из расчета 1 – 4 мин. 1 мм. толщины изделия, термическая обработка изготовленной детали при температуре 160 – 1700С в масле или инфракрасных лучах, механическая обработка (при необходимости).



верхний, 2 – кольцо верхнее, 3 – обойма, 4 – кольцо нижнее, 5 – пуансон нижний, 6 – стержень, 7 – основание, 8 – прокладка, 9 – установочные болты, 10 - прессуемое изделие.

Рисунок 1 - Схема прессформы для изготовления деталей из АСП – пластиков: 1 – пуансон

Для повышения производительности труда при изготовлении изделий целесообразно использовать многокомпонентные конструкции прессформ.

Так как, изменен антифрикционный материал в шарнирах то процесс трения и изнашивания будет происходить несколько иначе. Для определения величины среднего удельного давления  $P_{cp}$  воспользуемся решением Г. Герца для внутреннего касания цилиндров, если выполняется условие:

$$\alpha \times ((1 - \mu_1^2) + (1 - \mu_2^2) \times \psi) \leq 0,092 \quad (1), \text{ где } \alpha = \frac{R \times 10^3}{l \times E_1 \times \Delta} \quad (1)$$

где  $R$ , кН – расчетная нагрузка, действующая на подшипник;  $E_1$ , Мпа – модуль упругости пластика;  $l$ , мм – длина антифрикционных втулок подшипника скольжения;  $\Delta$  - зазор сопряжения.

$$\psi = E_1 / E_2 \quad (2)$$

где  $E_2$ , Мпа – модуль упругости стали;  $\mu_1$  – коэффициент Пуассона пластика;  $\mu_2$  – коэффициент Пуассона стали. Если неравенство (1) не выполняется, то, расчет проводится по следующей схеме:

В начале определяется половина угла контакта  $\varphi_0$ , рад.

$$\varphi_0 = C \times \left( \frac{\alpha}{1 + \alpha} \right)^n \quad (4); \text{ где } C = 0,32 \times \left( \frac{C_0}{0,12} + 1 \right)^n \quad (3) \text{ где}$$

$$C_0 = \frac{\pi}{4} \times ((1 - \mu_1^2) + (1 - \mu_2^2) \times \psi) \quad (6); \quad n = m_1 \times \mu_1 + m_2 \times \mu_2 + n_0^* \quad (4), \text{ где}$$

$$m_1 = 0,07 \times (1 - \lg \psi) \quad (8); \quad m_2 = 0,2 \times (1 + \lg \psi) \quad (5)$$

Максимальное давление в центре дуги контакта  $P_m$  определяется:

$$P_m = 5500 \times \frac{R}{l \times r_1} \times \left( \frac{1}{2\varphi_0} + 0,35 \right) \quad (10); \quad \bar{P} = \frac{5000 \times R}{l \times r_1 \times 2\varphi_0} \quad (6)$$

где  $R$ , мм - радиус втулки;  $l$ , мм – длина подшипника скольжения. Далее уточняются размеры подшипника по найденному удельному давлению, при этом должно соблюдаться неравенство:  $d \times l > R/P$  (12). Если условие выполняется, то необходимость в корректировке размеров подшипника скольжения отпадает.

Результаты расчетов максимального давления в центре дуги контакта  $P_m$  и среднего давления на контакт  $\bar{P}$  во всех рассматриваемых шарнирных соединениях для ЭСТЕРАНА – 29 сведены в таблицу 2. Более подробные сведения по рассматриваемому вопросу содержатся в работах [1, 2, 3, 4, 5, 6].

Таблица 2 – Расчетные давления в шарнирах с пластиком ЭСТЕРАН – 29.

	ЛП – 19А	ЛП – 49, ЛП – 18А	ЛП – 17А, ТБ – 1М
	Подвеска – рукоять		
$P_m$ , МПа.	26,57	28,67	29,19
$\bar{P}$ , МПа.	19,68	21,69	22,03
	Рукоять – стрела		
$P_m$ , МПа.	38,48	29,87	43,7
$\bar{P}$ , МПа.	27,2	21,81	32,73
	Стрела – поворотная колонка		
$P_m$ , МПа.	38,48	33,4	33,35
$\bar{P}$ , МПа.	27,2	24,04	25,76

Таким образом, как видно из выше приведенного, антифрикционные пластики типа АМАН, а именно ЭСТЕРАН-29, существенно выигрывает по сравнению с традиционными материалами и вполне может применяться в качестве антифрикционного материала в шарнирных соединениях манипуляторов лесозаготовительных и лесохозяйственных машин.

#### Список литературы

1. Серебрянский А.И. Повышение износостойкости шарниров лесных манипуляторов на основе замены реверсивного трения вращательным : автореф. . канд. техн. наук: 05.21.01 / Воронеж. гос. лесотехн. акад. – Воронеж, 2003. – 20 с. : ил.
2. Уханов А. С., Богатырева Ж. И., Серебрянский А. И. Применение антифрикционных пластиков в шарнирных соединениях манипуляторного технологического оборудования машин // Современные научные исследования. Выпуск 3 - Концепт. - 2015. - ART 85803. - URL: <http://e-koncept.ru/2015/85803.htm> - ISSN 2304-120X.
3. Серебрянский, А. И. Определение параметров рабочей меры для метрологического обеспечения исследований триботехнических характеристик подшипников скольжения [Текст] / А. И. Серебрянский // Лесотехнический журнал. - 2016. - Т. 6, № 2 (22). - С. 129-134. - Библиогр.: с. 133-134 (13 назв.).
4. Патент на изобретение 2246051 РФ, МПК 7 F16C11/00. Шарнирное соединение / Ф.В.

Пошарников, А.И. Серебрянский; заявитель и патентообладатель ВГЛТА. - № 2003119908/11; заявл. 30.06.2003 ; опубл. 10.02.2005.

5. Патент на изобретение. 2461744 РФ, F16C17/02, F16C33/04. Опора скольжения / Ф.В. Пошарников, А.В. Усиков, А.И. Серебрянский; заявитель и патентообладатель ВГЛТА. - № 2010113135/11(018470); заявл. 05.04.2010 ; опубл. 20.09.2012

6. Serebryansky A.I Constructive exception of friction reversibility based on the analysis of the joint manipulators operating characteristics. Europäische Fachhochschule = European Applied Sciences. 2013. Т. 2. №5. С. 21-24

© Лоскутов А.С., Веретенников А.Н., 2019

УДК 681.3

**Маланин В.Е.**

курсант Филиала ФГКВОУ ВО «Военной академии материально-технического обеспечения имени генерала армии А. В. Хрулёва» г. Пенза, РФ

**Звижинский А.И.**

преподаватель кафедры артиллерийских приборов, кандидат технических наук, доцент Филиала ФГКВОУ ВО «Военной академии материально-технического обеспечения имени генерала армии А. В. Хрулёва» г. Пенза, РФ

Malanin V. E.

cadet branch of FSOMEI HE «Military academy MTS name A.V. Hruleva» Penza, RF

Zvizhinsky A.I.

teacher Department of artillery instruments, candidate technical sciences, assistant professor branch of FSOMEI HE «Military academy MTS name A.V. Hruleva» Penza, RF

## **ДВОЙНОЕ НАЗНАЧЕНИЕ СИСТЕМ МАШИННОГО ЗРЕНИЯ**

### **DOUBLE APPOINTMENT SYSTEMS MACHINERY OF VIEW**

Ключевые слова: техническое зрение, искусственный интеллект, обработка сигналов, видеонаблюдение.

Аннотация: техническое, компьютерное или машинное зрение – теория и технология создания машин, которые могут производить обнаружение, отслеживание и классификацию объектов.

Как научная дисциплина, компьютерное зрение относится к теории и технологии создания искусственных систем, которые получают информацию из изображений. Видеоданные могут быть представлены множеством форм, таких как видеопоследовательность, изображения с различных камер или трёхмерными данными.

Keywords: technical vision, artificial intelligence, treatment signals.

Summary: technical, computer or Machinery vision – theory and technology creation machines, that can produce detection, tracking and classification objects. As scientific discipline, computer vision applies to theory and technologies creation artificial systems, that get information of images. Video can be presents lots of forms, such, Images from different cameras data.

Техническое, компьютерное или машинное зрение – теория и технология создания машин, которые могут производить обнаружение, отслеживание и классификацию объектов.

Как научная дисциплина, компьютерное зрение относится к теории и технологии создания искусственных систем, которые получают информацию из изображений. Видеоданные могут быть представлены множеством форм, таких как видеопоследовательность, изображения с различных камер или трёхмерными данными.

Как технологическая дисциплина, машинное зрение стремится применить теории и модели к созданию систем компьютерного зрения. Примерами применения таких систем могут быть:

1. Системы управления процессами (промышленные роботы, автономные транспортные средства).
2. Системы видеонаблюдения.
3. Системы организации информации (например, для индексации баз данных изображений).
4. Системы моделирования объектов или окружающей среды (анализ медицинских изображений, топографическое моделирование).
5. Системы взаимодействия (например, устройства ввода для системы человеко-машинного взаимодействия).
6. Системы дополненной реальности.
7. Вычислительная фотография, например для мобильных устройств с камерами.

Компьютерное зрение также может быть описано как дополнение биологическому зрению. В биологии изучается зрительное восприятие человека и различных животных, в результате чего создаются модели работы таких систем в терминах физиологических процессов. Компьютерное зрение, с другой стороны, изучает и описывает системы компьютерного зрения, которые выполнены аппаратно или программно. Междисциплинарный обмен между биологическим и компьютерным зрением оказался весьма продуктивным для обеих научных областей. Подразделы компьютерного зрения включают воспроизведение действий, обнаружение событий, слежение, распознавание образов, восстановление изображений и некоторые другие.

Ещё одной областью, связанной с компьютерным зрением, является обработка сигналов. Многие методы обработки одномерных сигналов, обычно временных сигналов, могут быть естественным путём расширены для обработки двумерных или многомерных сигналов в компьютерном зрении. Однако из-за своеобразной природы изображений существует много методов, разработанных в области компьютерного зрения и не имеющих аналогов в области обработки одномерных сигналов. Особым свойством этих методов является их нелинейность, что, вместе с многомерностью сигнала, делает соответствующую подобласть в обработке сигналов частью области компьютерного зрения.

Другой прикладной областью компьютерного зрения является промышленность. Здесь информацию получают для целей поддержки производственного процесса. Примером может служить контроль качества, когда детали или конечный продукт автоматически проверяются на наличие дефектов. Другим примером является измерение положения и ориентации деталей,

поднимаемых рукой работа.

Военное применение является самой большой областью технического зрения. Очевидными примерами являются обнаружение вражеских солдат и транспортных средств и управление ракетами. Наиболее совершенные системы управления ракетами посылают её в заданную область, вместо конкретной цели, а селекция целей производится, когда ракета достигает заданной области, основываясь на получаемых видеоданных. Современное военное понятие, такое как «боевая осведомлённость», подразумевает, что различные датчики, включая датчики изображения, предоставляют большой набор информации о поле боя, которая может быть использована для принятия стратегических решений. В этом случае, автоматическая обработка данных используется, чтобы уменьшить сложность или увеличить надежность получаемой информации.

Одними из новых областей применения являются автономные транспортные средства, включая подводные, наземные (роботы, машины), воздушные. Уровень автономности изменяется от полностью автономных (беспилотных) до транспортных средств, где системы, основанные на компьютерном зрении, поддерживают водителя или пилота в различных ситуациях. Полностью автономные транспортные средства используют компьютерное зрение для навигации, то есть для получения информации о месте своего нахождения, для создания карты окружающей обстановки, для обнаружения препятствий. Они также могут быть использованы для определённых задач, например, для обнаружения лесных пожаров. Примерами таких систем могут быть система предупредительной сигнализации о препятствиях на машинах и системы автономной посадки самолетов. Некоторые производители машин демонстрировали системы автономного управления автомобилем, но эта технология все ещё не достигла того уровня, когда её можно запустить в массовое производство.

Классическая задача в компьютерном зрении, обработке изображений и машинном зрении это определение содержат ли видеоданные некоторый характерный объект, особенность или активность. Эта задача может быть достоверно и легко решена человеком, но до сих пор не решена удовлетворительно в компьютерном зрении в общем случае: случайные объекты в случайных ситуациях. Существующие методы решения этой задачи эффективны только для отдельных объектов, таких как простые геометрические объекты (например, многогранники), человеческие лица, печатные или рукописные символы, автомобили и только в определённых условиях, обычно это определённое освещение, фон и положение объекта относительно камеры.

В автомобильной промышленности системы машинного зрения используются в качестве руководства для промышленных роботов, а также для проверки поверхности окрашенного автомобиля, сварных швов, блоков цилиндров и многих других компонентов на наличие дефектов.

Машинное зрение относится к инженерным автоматизированным системам визуализации в промышленности и на производстве, и в этом качестве машинное зрение связано с самыми разными областями компьютерных наук: компьютерное

зрение, оборудование для управления, базы данных, сетевые системы и машинное обучение.

#### Список литературы

1. Желтов, С. Ю. Обработка и анализ изображений в задачах машинного зрения. – М.: Физматкнига, 2010. – 672 с.
2. Федотов, А. В. Основы устройства и функционирования вооружения и военной техники. Артиллерийские приборы: учеб. пособие для вузов / А. В. Федотов, А. И. Звижинский. – Пенза: Филиал ВА МТО, Пенз. арт. инж. ин-т, 2018. – 228 с.
3. Pham D. T. and Alcock R. J. Smart Inspection Systems: Techniques and Applications of Intelligent Vision. – Academic Press, 2003.

© Маланин В.Е., Звижинский А.И., 2019

УДК 621.574.041

**Маслов В.А.**

канд. тех. наук, доцент кафедры  
Военного учебно-научного центра  
ВВС «Военно-воздушная академия  
имени профессора  
Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина»  
(г. Воронеж), РФ

**Дзюбенко О.Л.**

канд. пед. наук, доцент, доцент  
кафедры Военного учебно-  
научного центра ВВС «Военно-  
воздушная академия имени  
профессора Н.Е. Жуковского и  
Ю.А. Гагарина» (г. Воронеж), РФ

**Свиридов В.Г.**

канд. тех. наук, старший  
преподаватель Военного учебно-  
научного центра ВВС «Военно-  
воздушная академия имени  
профессора Н.Е. Жуковского и  
Ю.А. Гагарина» (г. Воронеж), РФ

Maslov V.A.

PhD in Engineering, associate professor  
of the department Military educational-  
scientific center of air force «The air force  
Academy named after Professor N.E.  
Zhukovsky and Y.A. Gagarin»  
(Voronezh), Russian Federation

Dzyubenko O.L.

Ph.D., associate professor, associate  
professor of the department Military  
educational-scientific center of air force  
«The air force Academy named after  
Professor N.E. Zhukovsky and Y.A.  
Gagarin» (Voronezh), Russian Federation

Sviridov V.G.

PhD in Engineering, senior lecturer  
of the department Military educational-  
scientific center of air force «The air force  
Academy named after Professor  
N.E. Zhukovsky and Y.A. Gagarin»  
(Voronezh), Russian Federation

## **ПРОБЛЕМНЫЕ АСПЕКТЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ХЛАДАГЕНТОВ В СИСТЕМАХ КОНДИЦИОНИРОВАНИЯ**

### **THE PROBLEM ASPECTS OF THE USE OF REFRIGERATORS IN AIR CONDITIONING SYSTEMS**

Ключевые слова: системы кондиционирования, применение хладагентов.

Аннотация: В статье рассматривается применение различных хладагентов в системах

кондиционирования.

Keywords: air conditioning systems, the use of refrigerants.

Abstract: The article discusses the use of various refrigerants in air conditioning systems.

В настоящее время в системах кондиционирования применяется великое множество хладагентов. Но большая их численность приводит к тому, что подчас затруднительно бывает найти в продаже именно тот хладон, который обозначен для использования производителями кондиционеров. Поэтому очень актуален вопрос возможной замены в отдельных случаях «хладонов-оригиналов» «хладонами-заменителями». Наиболее интересными и перспективными в этой роли нам представляются смеси хладонов, так как смешение позволяет добиться необходимых термодинамических и эксплуатационных характеристик.

В молекулярной теории растворов различают зеотропные (неазеотропные) и азеотропные смеси.

Термодинамическое поведение смеси азеотропного состава аналогично поведению чистого вещества, поскольку состав паровой и жидкой фаз у нее одинаков, а давления в точках росы и кипения совпадают.

Концентрации паровой и жидкой фаз зеотропной смеси различаются; кипение при постоянном давлении происходит при увеличении температуры хладагента, а конденсация - при падении температуры.

Температура кипения и температура конденсации у зеотропной смеси хладагентов определяется иначе. Температуру кипения вычисляют как среднюю температуру между температурой точки росы при постоянном давлении всасывания и температурой, при которой хладагент попадает в испаритель. Температура конденсации определяется как средняя температура между температурой точки росы и температурой жидкости на выходе из конденсатора.

Перегрев всасываемого пара вычисляют как разность температуры на входе в компрессор и температуры точки росы хладагента при давлении всасывания. Это необходимо учитывать при регулировании холодопроизводительности холодильных установок с помощью регулирующих вентилях. Переохлаждение жидкости вычисляют как разность между действительной температурой жидкости и температурой точки конца конденсации при давлении нагнетания.

Зеотропные смеси имеют свои преимущества и недостатки. Изменение состава рабочего тела при циркуляции его по контуру холодильной системы может привести к возрастанию холодопроизводительности и холодильного коэффициента по сравнению с этими характеристиками для чистых хладагентов. В то же время, применение зеотропных смесей приводит к снижению интенсивности теплообмена и к изменению состава смеси при возникновении утечек, что влияет на пожаробезопасность и холодопроизводительность установки.

Одним из наиболее интересных хладагентов признается R502 - зеотропная смесь хладагентов R22 и R115. Массовая доля R22 составляет 48,8%, а R115 - 51,2%. Относится к группе ХФУ. Невзрывоопасен, малотоксичен и химически инертен к металлам. Растворимость R502 в маслах, коэффициент теплоотдачи при кипении и

конденсации близки к соответствующим значениям для R22, малорастворим в воде. Объемная холодопроизводительность его выше, а температура нагнетания ниже примерно на 20°C, чем у R22, что положительно сказывается на температуре обмотки электродвигателя при эксплуатации спиральных герметичных холодильных компрессоров

Другим интересным с точки зрения использования в системах кондиционирования является хладагент R123, который относится к группе ГХФУ. Температура кипения при атмосферных условиях 27,9 °С. Потенциал разрушения озона ODP = 0,02, потенциал глобального потепления GWP = 90. Хладагент предназначен для холодильных установок, работающих на R11. Температура и давление конденсации ниже на 10° чем у R11. В системах кондиционирования можно использовать при циклах каскадных холодильных машин.

В качестве альтернативных хладагентов наиболее интересны R404A, R409A и R401A.

Хладагент R404a – зетропная смесь R125/R143a/R134a с соотношением массовых долей компонентов 44/52/4. В зависимости от условий эксплуатации обеспечиваются повышение холодопроизводительности на 4...5 % и снижение температуры нагнетания в компрессоре до 8 % по сравнению с аналогичными характеристиками компонентов смеси. Целесообразно использовать в кондиционерах, рассчитанных на низкие и средние температуры кипения. R404a не следует смешивать с воздухом и допускать присутствия высоких концентраций воздуха с давлением выше атмосферного или при высоких температурах.

Хладагент R409A - смесь на основе ГХФУ: R22, R124 и R142. Массовые доли компонентов составляют соответственно 60; 25 и 15. Температура кипения при атмосферных условиях -34 °С. Потенциал разрушения озона ODP = 0,05. Хладагент негорюч и неядовит, совместим с минеральными, а также с алкилбензолными маслами. Предназначен для использования в парокompрессионных холодильных установках с поршневыми и винтовыми компрессорами.

Хладагент R401A – зетропная смесь среднего давления с температурным глайдом  $Dt_{gl} = 4...5K$ . В зависимости от условий эксплуатации холодопроизводительность холодильной системы, в которой ранее был R12, увеличивается на 5...8 %. Хладагент R401 несовместим с минеральными маслами, поэтому при замене R12 необходимо заправлять холодильный агрегат алкилбензолным маслом. R401A Хладагент рекомендуется применять в высоко- (выше 0 °С) и среднетемпературных холодильных установках (герметичные, бессальниковые компрессоры и компрессоры с открытым приводом). Холодопроизводительность холодильной системы, работающей на R401, сопоставима с холодопроизводительностью систем на R12 при температурах кипения выше -25 °С.

Интересен хладагент C10M1 - трехкомпонентная смесь на основе гидрохлорфторуглеродов R22/R21/R14. Предназначена смесь C10M1 для замены хладагентов холодильных систем, работающих на R12. Анализ термодинамических и эксплуатационных свойств этого хладагента показывает возможность замены им R12.

Хладагенты C10M1 нетоксичны, негорючи и по основным физико-химическим, термодинамическим и эксплуатационным свойствам сходны с хладагентом R12.

Преимущества хладагента:

относительная дешевизна - хладагент состоит из компонентов, выпускаемых заводами России, а его производство организовано также на территории России;

транспортировать хладагент можно в контейнерах и баллонах, предназначенных для перевозки R12;

перевод холодильного оборудования с R12 на смеси C10M1 осуществляют исключительно путем замены самого хладагента без какой-либо модернизации холодильного оборудования, без внесения изменений в конструкцию холодильной машины и без замены компрессорного масла (в холодильном оборудовании, работающем на R12, используют минеральное масло XФ12-16);

Технология перевода действующей холодильной техники с хладагента R12 на смеси C10M1 отработана и оптимизирована в процессе опытной эксплуатации соответствующего оборудования. Обязательное условие применения смесей - заправка оборудования хладагентом в жидкой фазе, т.е аналогично кондиционеру АК-0,4-9А.

В последние годы наиболее широко используемым хладагентом в парокompрессионных холодильных низко- и среднетемпературных установках является R 134А. Такие преимущества данного хладагента, как высокая озонобезопасность и низкая температура кипения, нивелируются высокой стоимостью самого агента и необходимостью использовать импортные компрессорные установки.

Поэтому в настоящее время идет активный поиск отечественной альтернативы R134а. В результате комплексных исследований в НИИ тепловых процессов им. В. М. Келдыша (Россия) разработан ряд многокомпонентных озонобезопасных хладагентов взамен R134а в качестве альтернативы R12. Наиболее перспективный из них хладагент C1 (азеотропная смесь R152/R600а), представляющий собой смесь углеводородов и фторуглеродов. Результаты исследований свидетельствуют о высоких теплофизических и эксплуатационных свойствах хладагентов и низком энергопотреблении холодильников, где используют эти хладагенты. Исследования показали, что холодопроизводительность и холодильный коэффициент компрессоров, заправленных смесью C1 в диапазоне температур кипения, соответствуют аналогичным параметрам для R12 и тем более для R134а. На сегодняшний день в системах кондиционирования используются разнообразные хладоны. Постоянно ведется поиск наиболее дешевых, наиболее эффективных и безопасных хладагентов. Нам представляется, что использование в холодильных машинах смесей, как зеотропных, так и азеотропных, есть ключ к решению проблемы поиска наиболее приемлемых хладагентов.

#### Список литературы

1. Бараненко А. В. Холодильные машины. Учебник для ВУЗов.– СПб.: Политехника, 1997, – 992 с.
2. Курылев Е. С. Холодильные установки. Учебник для ВУЗов. – СПб.: Политехника,

2002. – 576 с

3. Маслов В.А., Дзюбенко О.Л., Ермолов Н.А. Проблемы использования хладагентов в системах кондиционирования объектов УИС / Материалы Международной научно-практической конференция «Техника и безопасность объектов уголовно-исполнительной системы» 19-20 октября 2016 г. [Текст]: [материалы конф.]. – Воронеж: Институт ФСИН, 2016.

© Маслов В.А., Дзюбенко О.Л., Свиридов В.Г., 2019

УДК 504.054:656.13

**Маслов В.А.**

канд. тех. наук, доцент кафедры  
Военного учебно-научного центра  
ВВС

«Военно-воздушная академия  
имени профессора Н.Е. Жуковского и  
Ю.А. Гагарина» (г. Воронеж), РФ

**Дзюбенко О.Л.**

канд. пед. наук, доцент, доцент  
кафедры Военного учебно-научного  
центра ВВС «Военно-воздушная  
академия имени профессора Н.Е.  
Жуковского и Ю.А. Гагарина» (г.  
Воронеж), РФ

**Кутищев Д.С.**

канд. тех. наук, доцент кафедры  
Военного учебно-научного центра  
ВВС «Военно-воздушная академия  
имени профессора Н.Е. Жуковского и  
Ю.А. Гагарина» (г. Воронеж), РФ

Maslov V.A.

PhD in Engineering, associate professor of  
the department Military educational-  
scientific center of air force «The air force  
Academy named after Professor N.E.

Zhukovsky and Y.A. Gagarin» (Voronezh),  
Russian Federation

Dzyubenko O.L.

Ph.D., associate professor, associate  
professor of the department Military  
educational-scientific center of air force  
«The air force Academy named after  
Professor N.E. Zhukovsky and Y.A.  
Gagarin» (Voronezh), Russian Federation

Kutishew D.S.

PhD in Engineering, associate professor of  
the department Military educational-  
scientific center of air force «The air force  
Academy named after Professor N.E.  
Zhukovsky and Y.A. Gagarin»  
(Voronezh), Russian Federation

## **МОНИТОРИНГ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ПРИАЭРОДРОМНЫХ ТЕРРИТОРИЙ**

### **MONITORING THE ENVIRONMENTAL CONDITION OF THE AIRCOSMOSIS TERRITORIES**

Ключевые слова: приаэродромные территории, экологическое состояние.

Аннотация: Экологические аспекты, в частности, комплексный мониторинг приаэродромных территорий, в настоящее время приобретают особое значение.

Key words: near-aerodrome territories, ecological state.

Summary: Environmental aspects, in particular, integrated monitoring of the forest industry complex (FPC) are now of particular importance.

В последнее время очень остро ставится проблема минимизации внешних

воздействий на окружающую среду государственной и частной авиации. Источники возможного загрязнения лесохозяйств многочисленны. Воздушные суда являются мощным источником загрязнения территорий газообразными веществами, выбросы в местах сосредоточения на аэродромах и стартовых площадках сравнимы по мощности выбросов с работой крупных промышленных предприятий. Основное воздействие воздушных судов на окружающую среду на приаэродромных территориях государственной и частной авиации происходит в режиме «взлет-посадка» [1].

Разработка методики прогнозирования экологического состояния приаэродромных территорий. Проведенные исследования позволяют сделать вывод, что прогнозные оценки загрязнения окружающей среды приаэродромных территорий от летательных аппаратов в цикле «взлет-посадка» необходимо проводить с учетом рассеивания загрязняющих веществ в турбулентной струе. Суть методики прогнозирования загрязнения окружающей среды приаэродромных территорий сводится к оценке максимального загрязнения по индексу эмиссии  $E_i$  без учета рассеивания, расчетам или заданию расхода топлива и тяги двигателя, определению скорости ветра и розы ветров, диффузионных параметров. Следующим этапом является расчет концентраций при варьировании координат.

Формирование уровней концентраций загрязняющих веществ на приаэродромных территориях осуществляется под воздействием факторов, которые условно можно объединить в две группы: в первую группу входят факторы, включающие интенсивность циклов «взлет-посадка», скорость при взлете или посадке и состав воздушных судов, параметры взлетной полосы и приаэродромных территорий; во вторую группу объединены факторы, влияющие на перенос и рассеивание загрязняющих веществ в пространстве: направление и скорость ветра, температура и влажность воздуха, состояние погоды и атмосферы, вид и высота близлежащей застройки, ширина приаэродромной территории [2].

Формирование полей концентраций в конусе сверхзвуковой струи достаточно изучено и проверено экспериментально. Рассмотрим дальнейшее перемещение загрязняющих веществ в пространстве под действием диффузии и ветра. Механизмы диффузии применительно к примаягистральным территориям при выбросах от линейных источников автотранспорта имеют много общего с перемещениями загрязняющих веществ над приаэродромными территориями.

В зависимости от воздействия перечисленных факторов следует отметить два качественных состояния воздушного бассейна над приаэродромными территориями. Первое состояние соответствует установлению баланса между мощностью выброса загрязняющих веществ от летательных аппаратов и концентрациями соответствующих ингредиентов в атмосферном воздухе на уровне, не превышающем предельно допустимую концентрацию (ПДК) [3]. Для второго состояния материальный баланс нарушен. В этом случае концентрации загрязняющих веществ по отдельным или всем ингредиентам выше ПДК.

С увеличением скорости ветра также возрастает интенсивность рассеивания загрязняющих веществ. Следует отметить прямое влияние на характер формирования загрязнения окружающей среды приаэродромных территорий

направления ветра. Как правило, в цикле «взлет-посадка» направление ветра параллельно оси взлетной полосы навстречу движению самолета, а при посадке – противоположно движению. В этих случаях происходит сложение скоростей ветра и струй отработавших газов, а значит эффект рассеивания увеличивается. Значения концентраций над соплами самолета по высоте уменьшаются. Это вызвано тем, что на высоте турбин скорости газовых струй значительно выше скорости ветра. Поэтому происходит расширение газовых струй в конусе отработанных газов и не происходит его размывание ветром. Приаэродромные территории загрязняются практически по направлению оси взлетной полосы. В этом отношении лесовыращивающие территории необходимо размещать на приаэродромных территориях перпендикулярно к оси взлетной полосы с учетом нормирующего параметра воздействия шума на окружающую среду и живые организмы. В годовом ходе скоростей ветра можно выделить два периода: холодный (октябрь–март) с повышенными скоростями ветра и теплый (май–сентябрь) с более слабыми ветрами.

Турбулентность может быть определена не только гидродинамическими воздействиями, но и термическими, связанными со стратификацией атмосферы. Так как в городах температура окружающей среды значительно выше, чем на периферии, то за счет повышенной турбулентности воздействие загрязняющих веществ в городах от аэродромов будет значительно выше. Уровень концентраций в зимний период на 15...17% ниже, чем в летний период. Способность атмосферы рассеивать загрязняющие вещества определяется степенью ее устойчивости. При устойчивой атмосфере турбулентность минимальна, поэтому загрязняющие вещества будут скапливаться в тропосфере и там задерживаться, частично аннигилируя и разрушаясь [4].

Наибольшие загрязнения приаэродромных территорий наблюдаются при приземных инверсиях, подавляющих как вертикальную, так и горизонтальную турбулентности. Поэтому концентрации ингредиентов в слое туманов сильно возрастают, а уменьшаются над ним. При выпадении осадков воздух очищается от загрязняющих веществ, но возрастают их концентрации в почвах и лесокультурах приаэродромных территорий.

Полученные на основе математического моделирования аналитические зависимости могут существенно дополнить стандартную методику оценки уровня загрязнения приаэродромных территорий загрязняющими газообразными выбросами воздушных судов, так как они позволяют рассчитать не только индексы эмиссии  $E_i$  двигателей летательных аппаратов, но и определить трехмерные поля концентраций над приаэродромными территориями, а также с их учетом выделить экологически безопасные зоны для размещения объектов.

#### Список литературы

1. Дзюбенко О.Л., Маслов В.А., Мозговой И.А. Основные факторы, влияющие на формирование уровней концентраций загрязняющих веществ на приаэродромных территориях// Современная техника и технологии. 2012. № 10 [Электронный ресурс]. URL: <http://technology.snauka.ru/2012/10/1354> (дата обращения: 07.12.2018).

2. Маслов В.А., Дзюбенко О.Л. Методика прогнозирования формирования уровней загрязнения окружающей воздушной среды аэродромов и прилегающих территорий // Современные научные исследования и инновации. 2012. № 10 [Электронный ресурс]. URL: <http://web.snauka.ru/issues/2012/10/18142> (дата обращения: 20.11.2018).

3. Маслов В.А., Сазонов Э.В., Турбин В.С., Ус Н.А. / Очистка газовых и пылевых выбросов. Воронеж: ВВАИИ, 2001.– 221с.

4. Маслов В.А. Экологический мониторинг воздушной и акустической сред приаэродромных территорий/Сб. материалов LIX научно-технической конференции СамГАСА. Самара: 2002. – 217 с.

© Маслов В.А., Дзюбенко О.Л., Кутищев Д.С., 2019

УДК 53.087

**Никитенко Ю.В.**

кандидат технических наук,  
преподаватель ФГКВБОУ ВПО «Военный  
учебно-научный центр Военно-  
воздушных сил «Военно-воздушная  
академия им. проф. Н.Е. Жуковского и  
Ю.А. Гагарина» г. Воронеж, РФ

Nikitenko Yu.V.

candidate of technical sciences, teacher of  
Military educational-scientific center of  
air force «The air force academy named  
after professor N.E. Zhukovsky and Y.A.  
Gagarin» (Voronezh),  
Russian Federation

## **АНАЛИЗ КОНЦЕПЦИИ БЕСПОРОГОВОЙ ЛИНЕЙНОЙ ЗАВИСИМОСТИ ДОЗА-ЭФФЕКТ ПРИ ВОЗДЕЙСТВИИ ИОНИЗИРУЮЩЕГО ИЗЛУЧЕНИЯ НА ОРГАНИЗМ**

### **THE ANALYSIS OF THE CONCEPT OF NONTHRESHOLD LINEAR DEPENDENCE THE DOSE-EFFECT AT IMPACT OF IONIZIRUYUSHCHE-GO OF RADIATION ON THE ORGANISM**

Ключевые слова: коллективная доза, смертность, беспороговая концепция, величина риска.

Аннотация: В статье рассматриваются особенности зависимости последствий воздействия радиации на организм от величины полученной дозы, а также проблема неопределенности отдаленных последствий.

Keywords: collective dose, mortality, nonthreshold concept, risk size.

Summary: In article features of dependence of consequences of impact of radiation on an organism on size of the received dose and also a problem of uncertainty of the remote consequences are considered.

При практическом использовании атомной энергии человек, как правило, подвергается воздействию малых доз ионизирующего излучения, за исключением крайне редких, единичных случаев воздействия больших доз излучения при радиационных авариях.

При облучении людей в малых дозах нельзя обнаружить каких-либо видимых изменений в состоянии здоровья данного индивидуума сразу же после облучения. Эффекты облучения в этом случае проявляются через много лет в виде

отдаленных последствий, которые носят стохастический характер. К таким последствиям относятся злокачественные новообразования различных органов и тканей и генетические эффекты.

Особенность последствий воздействия малых доз излучения состоит и в том, что они наблюдаются и без облучения, от других, как правило, не идентифицированных причин. Зачастую невозможно с достоверностью установить, произошло ли данное изменение вследствие облучения.

Для обнаружения стохастических биологических эффектов требуется получить данные, основанные на очень большой статистике. В таблице 1 приведены значения коллективной дозы, необходимые для обнаружения увеличения частоты злокачественных опухолей с вероятностью 95 % при облучении групп населения или персонала.

Таблица 1 – Коллективная доза, необходимая для получения 95 % вероятности обнаружения увеличения частоты развития злокачественных опухолей у взрослых

Заболевание	$H_s$ , чел.-Зв	Период наблюдения, лет
Лейкемия	1000	20
Рак молочной железы	4200	20
Рак легких	40000	20
Прочие виды рака	120000	20

Для большинства отдаленных последствий при хроническом облучении порог в настоящее время не обнаружен. Вероятность их появления возрастает с увеличением дозы облучения. На рисунке 1 представлен ход кривой, характеризующей зависимость от эквивалентной дозы  $H$  выхода соматико-стохастических последствий облучения  $n$ , заканчивающихся смертельным исходом. Это известная в радиобиологии кривая «доза-эффект», имеющая S-образную форму. Она обрывается в нижней части при значении эквивалентной дозы от 0,7 до 1,0 Зв (от 70 до 100 бэр).

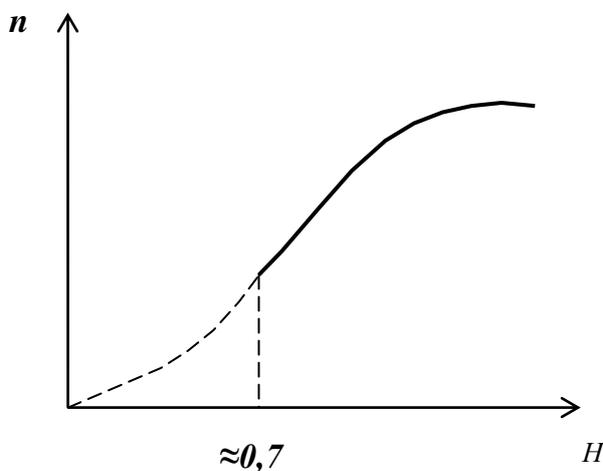


Рисунок 1 – Типичная кривая «доза-эффект»

При меньших дозах не удается зарегистрировать отдаленных соматико-стохастических последствий облучения (злокачественные новообразования) на фоне «естественных», или, как их называют, спонтанных раков, вероятность проявления которых достаточно велика и составляет  $2 \cdot 10^{-3}$  год<sup>-1</sup>. Это означает, что из 1 млн. человек ежегодно от злокачественных новообразований погибают 2000.

Отметим, что невозможность обнаружения современными методами повышенного выхода соматико-стохастических, а также генетических эффектов облучения при дозах, меньших 0,7–1,0 Зв, не может служить основанием для категорического утверждения об отсутствии отдаленных последствий облучения, а обусловлено малой вероятностью их появления. Учитывая указанные выше обстоятельства, Международный комитет по радиационной защите (МКРЗ) рекомендует руководствоваться следующим. Поскольку в настоящее время отсутствуют прямые доказательства вредного воздействия на организм излучений в малых дозах и вместе с тем нельзя полностью исключить возникновение отдаленных стохастических последствий в виде злокачественных новообразований или генетических эффектов, при нормировании радиационного фактора целесообразно принять гипотезу отсутствия порога для стохастических эффектов облучения.

Такая концепция исходит из переоценки последствий воздействия излучения и представляется наиболее гуманной, учитывающей еще недостаточность наших знаний о механизме действия радиации на живой организм.

Ввиду того, что выход стохастических отдаленных последствий не может быть установлен количественно, МКРЗ принимает допущение о линейной зависимости между дозой и вероятностью возникновения отдаленных последствий. Это допущение позволяет оценить риск от облучения в малых дозах по имеющимся данным о вероятности выхода злокачественных новообразований и генетических повреждений при облучении в больших дозах (от 0,7 до 1,0 Зв и более) и использовать эти данные для установления дозовых пределов на основе критериев приемлемо риска.

Принятая концепция беспороговости неизбежно означает отказ от привычного представления о полной безвредности облучения в дозах, ниже допустимых. Любое радиационное воздействие связано с вполне определенным выходом в отдаленные сроки злокачественных новообразований, заканчивающихся смертельным исходом.

Рассмотрим теперь, какого же выхода отдаленных последствий можно ожидать в области малых доз исходя из беспороговой концепции. При оценке вреда при малых дозах облучения следует учитывать выход злокачественных новообразований для наиболее радиочувствительных групп органов и тканей. К ним относятся: красный костный мозг, кости, легкие, щитовидная железа, молочные железы женщин и группа органов, которые объединены под названием «другие органы и ткани».

В таблице 2 указана вероятность смертельных исходов от злокачественных опухолей для перечисленных групп органов при эквивалентной дозе 1 Зв и 10 мЗв.

Таблица 2 – Вероятность смертельных исходов  $C_t$  от злокачественных опухолей при уровне облучения различных органов и тканей в дозе 1 Зв и 10 мЗв

Облучаемый орган или ткань	Вероятность смерти $C_t$ для одного человека при эквивалентной дозе	
	1 Зв	10 мЗв
Красный костный мозг	$2 \geq 10^{-3}$	$2 \geq 10^{-5}$
Легкие	$2 \geq 10^{-3}$	$2 \geq 10^{-5}$
Костная ткань (скелет)	$5 \geq 10^{-4}$	$5 \geq 10^{-6}$
Щитовидная железа	$5 \geq 10^{-4}$	$5 \geq 10^{-6}$
Другие органы и ткани	$5 \geq 10^{-3}$	$5 \geq 10^{-5}$
Вероятность суммарного выхода $C_w$ для всех органов и тканей	$1 \geq 10^{-2}$	$1 \geq 10^{-4}$

Для описания линейной зависимости в области малых доз (пунктирная линия на рисунке 1) устанавливаются коэффициенты связи между дозой облучения и различными стохастическими эффектами. Они устанавливаются на основе известных данных о случаях смерти в результате возникновения злокачественных опухолей у лиц, облученных в больших дозах.

Как правило, эти коэффициенты выражают в виде ожидаемого числа летальных исходов в год от злокачественных опухолей и генетических эффектов, приходящихся на коллективную дозу  $10^4$  чел.-Зв.

Кроме того, при оценках воздействия излучения часто используют параметр риска  $r$ , равный средней индивидуальной вероятности смерти в результате облучения, отнесенной к дозе 1 Зв. Между параметром риска  $r$  и ожидаемым числом случаев смерти существует простая связь:

$$r = 10^{-4} n.$$

В этой формуле  $r$  выражается в  $\text{Зв}^{-1}$ , а  $n$  – число случаев на  $10^4$  чел.-Зв.

Параметр риска смерти при равномерном облучении всего тела принят равным  $1,25 \cdot 10^{-2} \text{Зв}^{-1}$  в результате канцерогенного ( $1,0 \cdot 10^{-2} \text{Зв}^{-1}$  для мужчин и  $1,5 \cdot 10^{-2} \text{Зв}^{-1}$  для женщин) и  $0,4 \cdot 10^{-2} \text{Зв}^{-1}$  в результате генетических эффектов, а полный параметр риска равен  $1,65 \cdot 10^{-2} \text{Зв}^{-1}$ .

Пользуясь понятием параметра риска, можно определить индивидуальную вероятность смерти  $R$ . В соответствии с беспороговой линейной концепцией эта вероятность рассчитывается по формуле

$$R = rH_E.$$

Исходя из этой концепции, при облучении даже на уровне естественного радиационного фона следует ожидать выхода отдаленных последствий. Например, если принять, что средняя дозовая нагрузка на человека, даже проживающего вблизи АЭС, составляет 3,5 мЗв/год, легко подсчитать, что вероятность смерти для человека в результате фонового облучения не превысит  $6 \cdot 10^{-5} \text{год}^{-1}$ , что составляет 3 % «естественного» уровня канцерогенеза.

Принимается также, что в области малых доз, где вероятность появления эффектов облучения мала, их выход будет определяться только суммарной

накопленной дозой независимо от времени облучения, т.е. последствия облучения будут одинаковыми при однократном облучении в данной дозе либо при ее получении в течение нескольких дней, месяцев и даже года. Отметим также, что длительность скрытого (латентного) периода для развития опухолей составляет от 20 до 25 лет, т.е. в течение этого промежутка времени можно ожидать выхода отдаленных последствий.

Исходя из беспороговой концепции, при облучении на уровне естественного радиационного фона так же следует ожидать выхода отдаленных последствий. Таким образом, при среднем уровне естественного радиационного фона, равном 1мЗв/год, можно ожидать от 12 до 13 смертельных исходов в год. Следовательно, естественный радиационный фон ответствен примерно за 1 % спонтанных смертельных злокачественных новообразований, обусловленных всеми факторами среды обитания, воздействующими на человека.

В современных нормах радиационной безопасности установлены следующие категории облучаемых лиц:

- персонал;
- население.

К категории персонал относятся лица, работающие с источниками ионизирующего излучения (группа А) или находящиеся по условиям работы в сфере их воздействия (группа Б). Таким образом к персоналу группы Б относятся лица, непосредственно не работающие с ИИИ, но подвергающиеся облучению на рабочих местах на объекте или в его санитарно-защитной зоне. Население – все лица, включая персонал, вне среды их производственной деятельности. Деление персонала на две группы позволяет уменьшить затраты на индивидуальный дозиметрический контроль, подготовку персонала и т.д.

Персонал в процессе производственной деятельности подвергается техногенному (профессиональному), а также природному облучению.

Важным вопросом в радиационной безопасности является научное обоснование подходов к выбору тех уровней воздействия ионизирующих излучений, которые не будут вредны для человека и при которых риск для всего общества в целом будет минимальным и оправданным.

Поскольку ионизирующие излучения играют довольно заметную роль в сфере человеческой деятельности, единственно правильным подходом к регламентации облучения служит концепция приемлемого риска. При реализации этого подхода необходимо решить, какой риск является оправданным и приемлемым в настоящее время с учетом тех выгод, которые дает обществу внедрение ионизирующего излучения в сферу человеческой деятельности. При этом следует учитывать, что любая деятельность человека всегда связана с определенным риском вредного воздействия как факторов окружающей среды, так и других факторов, результатом которых могут быть травмы, заболевания и смерть. В этих условиях целесообразность использования ионизирующего излучения будет определяться на основе приемлемости дополнительного риска от облучения для отдельных групп населения и общества в целом.

Величина риска определяется вероятностью наступления нежелательного

события, которую с достаточной степенью точности можно выявить из статистических данных. Так, риск смерти, обусловленный внутренней средой обитания, т.е. в результате различного рода заболеваний и старения, составляет  $1 \cdot 10^{-2}$  на человека в год. Это значит, что из  $10^6$  человек, включающих все возрастные группы населения, ежегодно умирает от болезней и старости  $10^4$  человек. В результате катастроф, причиной которых являются землетрясения, наводнения, ураганы, и грозы, погибает ежегодно в среднем по земному шару 10 человек из  $10^6$ . Таким образом, риск смерти в этом случае составляет  $1 \cdot 10^{-5}$  на человека в год. Для сведения можно указать, что риск смерти от курения и потребления алкоголя составляет соответственно  $5 \cdot 10^{-3}$  и  $4 \cdot 10^{-4}$  на человека в год.

Для промышленных профессий риск имеет значения в пределах от  $10^{-6}$  до  $10^{-2}$  на человека в год. К категории относительно безопасных относятся производства с профессиональным риском от  $1 \cdot 10^{-4}$  до  $1 \cdot 10^{-3}$  на человека в год. Это металлургическая, судостроительная, угледобывающая, чугунолитейная отрасли промышленности, а также гражданская авиация.

Опасные условия с риском от  $1 \cdot 10^{-3}$  до  $1 \cdot 10^{-2}$  на человека в год характерны для экипажей рыболовных траулеров, трактористов, строительных рабочих, верхолазов, экипажей реактивных бомбардировщиков.

Условия деятельности с профессиональным риском больше  $1 \cdot 10^{-2}$  на человека в год являются особо опасными. Они характерны для летчиков-испытателей, экипажей военных вертолетов и т.п.

В случае профессионального облучения, риск не должен превышать риска, характерного для безопасных производств. По современным оценкам средний уровень риска на этих производствах не превышает  $10^{-4}$  на человека в год. Это значение и принимается за основу при установлении предельного уровня облучения персонала группы А.

Для персонала группы Б риск должен быть меньшим или равным другому риску, обычно имеющему место в повседневной жизни, но не более 0,1 риска, принятого для персонала группы А. Следовательно, радиационный риск рассматривается в рамках других видов риска, реально существующих в повседневной жизни и обусловленных воздействием искусственной среды обитания человека.

В соответствии с рекомендациями Международной комиссии по радиационной защите (публикация № 26) средняя доза облучения персонала должна поддерживаться на уровне 0,1 от предела дозы.

Исходя из этого устанавливается среднегодовой дозовый предел 20 мЗв в год для персонала группы А. Считается, что эти значения средней эффективной дозы ( $\bar{H}_E$ ), обеспечат не превышение приведенных выше допустимых уровней риска для этих категорий лиц.

Тогда индивидуальный риск для персонала группы А имеем

$$\bar{R} = r0,1\bar{H}_E = 4 \cdot 10^{-2} \cdot 0,1 \cdot 20 \cdot 10^{-3} = 8 \cdot 10^{-5}.$$

Это означает, что из миллиона человек, подвергшихся облучению в дозе 20 мЗв, 80 человек могут получить смертельные поражения. По установленной

классификации условий профессиональной деятельности по степени их опасности результат расчетов по вышеуказанной формуле показывает, что средний уровень риска смерти для персонала группы А не превышает значение  $10^{-4}$ .

Столь низкое значение индивидуального риска позволяет считать, что облучение персонала в дозах, превышающих соответствующие дозовые пределы даже в несколько раз, не повлечет за собой непосредственного ущерба здоровью. Риск выбран столь низким, что его незначительное превышение не может быть заметно на фоне неблагоприятных исходов, обусловленных естественными факторами.

Следует отметить, что облучение населения не формируется. Основной принцип радиационной защиты этой категории сводится к всемерному ограничению уровней радиационного воздействия.

#### Список литературы

1. Экология, охрана природы и экологическая безопасность.: Учебное пособие/Под ред. проф. В.И.Данилова-Данильяна. - М.: Изд-во МНЭПУ, 1997. 424 с.
2. Зюзин А.Б., Березин Г.И. Устройство и эксплуатация технических средств РХБ разведки. – Кострома: ВА РХБЗ, 2009, 381 с.

© Никитенко Ю.В., 2019

УДК 621.039.4

**Никитенко Ю.В.**

кандидат технических наук,  
преподаватель ФГКВБОУ ВПО «Военный  
учебно-научный центр Военно-  
воздушных сил «Военно-воздушная  
академия им. проф. Н.Е. Жуковского и  
Ю.А. Гагарина» г. Воронеж, РФ

**Бедарев А.В.**

начальник 12 отдела измерительной  
техники 1 центра метрологического  
обеспечения, г. Воронеж, РФ

**Nikitenko Yu.V.**

candidate of technical sciences, teacher of  
Military educational-scientific center of  
air force «The air force academy named  
after professor N.E. Zhukovsky and Y.A.  
Gagarin» (Voronezh),  
Russian Federation

**Bedarev A.V.**

head of 12 department of the measuring  
equipment of 1 center of metrological  
support (Voronezh),  
Russian Federation

## МЕТРОЛОГИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ РАДИАЦИОННОГО КОНТРОЛЯ НА ПРОИЗВОДСТВЕ

### METROLOGICAL SUPPORT OF RADIATION CONTROL ON PRODUCTION

Ключевые слова: радиационная безопасность, виды мониторинга, радиационная обстановка, технические средства.

Аннотация: В статье рассматриваются проблемные вопросы радиационного контроля на предприятиях и организациях, использующих своей деятельности радиоактивные источники.

Keywords: radiation safety, types of monitoring, radiation situation, technical means.

Summary: In article problematic issues of radiation control at the enterprises and the organizations using the activity radioactive sources are considered.

Многие предприятия и организации используют в процессе своей деятельности источники ионизирующего излучения (предприятия атомной энергетики, медицинские организации, научно-исследовательские институты, метрологические центры). На таких объектах должен обязательно осуществляться радиационный контроль, целью которого является обеспечение безопасности персонала и населения, а также защита окружающей среды.

Порядок проведения производственного контроля определяется для каждой организации с учетом особенностей и условий выполняемых ею работ и согласовывается с органами исполнительной власти, осуществляющими государственное управление, государственный надзор и контроль в области обеспечения радиационной безопасности.

Устанавливаются обязательные требования о техническом регулировании, сводов правил, правил охраны труда, распорядительных, инструктивных, методических документов в области обеспечения радиационной безопасности. Должностные лица, осуществляющие производственный контроль за обеспечением радиационной безопасности, вправе приостанавливать проведение работ с источниками ионизирующего излучения при выявлении нарушений санитарно-эпидемиологических требований, правил радиационной безопасности, в соответствующей организации до устранения обнаруженных нарушений.

Основными объектами радиационного контроля являются индивидуальная безопасность персонала, общая радиационная обстановка на предприятии (радиационный фон) и предотвращение выбросов радиоактивных веществ в окружающую среду.

В этих трех направлениях и осуществляется радиационный контроль. Основными руководящими документами в этой области являются НРБ-99/2009, ОСПОРБ-99/2009 и ФЗ-3 от 09.01.1996 «О радиационной безопасности населения».

Основная задача радиационного контроля – непрерывный мониторинг соблюдения норм радиационной безопасности и своевременное принятие защитных мер в случае возникновения радиационно опасной ситуации.

В зависимости от типа и масштаба предприятия (организации), эксплуатирующего или хранящего источники ионизирующего излучения, для осуществления радиационного контроля может создаваться служба радиационной безопасности либо ответственное за радиационную безопасность лицо (безусловно, квалификация привлекаемых контролирующих лиц должна строго соответствовать степени возлагаемой на них ответственности).

Т.к. деятельность различных предприятий является строго индивидуальной, то и риски от воздействия источников ионизирующих излучений тоже различные. В целом радиационный контроль на производстве включает:

- контроль параметров загрязнения окружающей среды: воды, воздуха,

продуктов питания и т.п.

- контроль активности выбросов радиоактивных отходов в окружающую среду. С точки зрения экологической безопасности, этот критерий является ключевым на многих предприятиях, включая атомную энергетику.

- мониторинг доз, получаемых персоналом. Определяются эффективные и эквивалентные дозы, оценивается поступление радионуклидов в организм и прочие параметры, характеризующие воздействие излучения на организм сотрудников.

- оценка уровня радиоактивного загрязнения различных объектов и поверхностей, к примеру – одежды персонала или пола в рабочих помещениях.

- оценка источников излучения по различным параметрам: мощность дозы, плотность потока частиц и т.п.

В зависимости от сферы деятельности предприятия, степени вредности производства, особенностей технологии и прочих факторов радиационный контроль классифицируют по следующим критериям:

1. По объекту мониторинга: индивидуальный или общий. Индивидуальный контроль касается каждого сотрудника и предполагает использование индивидуальных дозиметров, а общий предполагает измерение радиационного фона на предприятии при помощи измерителей мощности дозы или индикаторов-сигнализаторов.

2. По технологическому критерию: дозиметрический и технологический контроль. Дозиметрический направлен на обеспечение безопасности людей и окружающей среды, технологический – на эффективность функционирования оборудования, связанного с использованием радиоактивных веществ.

3. По типу источника излучения. Под контролем должны находиться все виды ионизирующего излучения, производимые технологическим оборудованием, отходами, предыдущими выбросами и загрязнением территории. Кроме того, необходимо учитывать радиацию естественного происхождения.

4. По виду планирования: плановый, специальный, аварийный. Плановый производится на регулярной основе, в определенные сроки; специальный организуется при нестандартных режимах работы оборудования или в особых ситуациях; аварийный – в случае утечек радиоактивных веществ и прочих внештатных ситуаций.

5. По регулярности осуществления измерений: периодический и непрерывный. Периодический подразумевает регулярное проведение измерений, в то время как непрерывный требует наличия стационарных измерительных приборов (как правило, сигнализаторов), которые контролируют ситуацию и передают информацию.

6. По локализации органа контроля: дистанционный и непосредственный. Дистанционный выполняется централизованно независимыми органами для удаленного мониторинга ситуации на аналогичных объектах. Непосредственный осуществляется на территории предприятия персоналом.

Конкретные виды контроля, которые должны быть внедрены на предприятии, подбираются, исходя из сферы деятельности, уровня опасности

технологических процессов и прочих критериев.

Радиационный контроль осуществляется за всеми основными радиационными показателями, определяющими уровни облучения персонала и радиоактивную загрязненность окружающей среды.

Основными контролируруемыми параметрами являются:

- годовая эффективная и эквивалентная дозы;
- поступление радионуклидов в организм и их содержание в организме для оценки годового поступления;
- объемная или удельная активность радионуклидов в воздухе, воде, продуктах питания, строительных материалах и др.;
- радиоактивное загрязнение кожных покровов, одежды, обуви, рабочих поверхностей;
- доза и мощность дозы внешнего излучения;
- плотность потока частиц и фотонов.

Во всех случаях для установления контрольных уровней радиационных факторов в режимных зонах, помещениях и т.д. используются статистические данные за несколько последних лет по радиационной обстановке в этих местах. Из них выбираются средние значения, которые и принимаются за контрольные уровни. При этом значения установленных контрольных уровней сравниваются с предельно допустимыми уровнями. Как правило, они должны быть ниже их.

Мероприятия радиационного контроля разрабатываются еще до строительства объекта. На стадии проектирования радиационно опасного объекта регламентируются:

- объекты радиационного контроля;
- виды радиационного контроля;
- контролируемые параметры;
- допустимые уровни контролируемых параметров;
- периодичность радиационного контроля;
- технические средства и методическое обеспечение радиационного контроля;
- предусматриваются автоматизированные системы радиационного контроля, действующие:
  - на радиационно опасном объекте;
  - за пределами радиационно опасного объекта.

Дозиметрический контроль охватывает персонал, работающий в зоне контролируемого доступа (зоне строгого режима), а также лиц, привлекаемых для работ в ней (принимающих участие в ликвидации последствий радиационных аварий) и осуществляется путем контроля доз внешнего и внутреннего облучения персонала. С этой целью перечисленный персонал обеспечивается индивидуальными дозиметрами для оценки доз внешнего облучения в условиях нормальной эксплуатации и в случае радиационной аварии.

При нормальной эксплуатации (радиационной обстановке) измерение и регистрация индивидуальных доз внешнего облучения персонала производятся один раз в сутки (за смену). При аварийной радиационной обстановке измерение и

регистрация индивидуальных доз внешнего облучения персонала производится сразу же после окончания аварийных работ (выхода из района аварии).

Контроль за радиационной обстановкой в местах работы персонала с источниками излучений, в том числе за радиоактивными загрязнениями в зависимости от характера проводимых работ включает:

- измерение мощности дозы рентгеновского, гамма- и нейтронного излучений, плотности потоков частиц ионизирующего излучения на рабочих местах, в смежных помещениях, на территории организации, в санитарно-защитной зоне и зоне наблюдения;

- определение объемной активности выбросов и сбросов радиоактивных веществ;

- определение уровней радиоактивного загрязнения объектов окружающей среды в санитарно-защитной зоне и зоне наблюдения.

В системе радиационного контроля объектов I и II категорий используются следующие технические средства:

- непрерывного контроля – на основе стационарных автоматизированных технических средств;

- оперативного контроля – на основе носимых и передвижных технических средств;

- лабораторного анализа – на основе стационарной лабораторной аппаратуры, средств отбора и подготовки проб для анализа.

В помещениях, где ведутся работы с делящимися материалами в количествах, при которых возможно возникновение самопроизвольной цепной реакции деления, а также на ядерных реакторах и при других работах I класса, где радиационная обстановка при проведении работ может существенно изменяться, устанавливаются приборы радиационного контроля со звуковыми и световыми сигнализирующими устройствами, а персонал обеспечивается аварийными дозиметрами.

Порядок радиационного контроля определяется с учетом особенностей и условий выполняемых работ и согласовывается с органами, осуществляющими государственный надзор в области обеспечения радиационной безопасности.

В случае радиационной аварии радиационная разведка в очаге аварии организуется на основе данных прогнозирования возможной радиационной обстановки. Руководство разведкой в очаге аварии осуществляется с командного пункта руководителя работ по ликвидации радиационной аварии и ее последствий.

По результатам радиационного контроля производится оценка радиационной обстановки на радиационно опасном объекте. Радиационная обстановка оценивается как:

- нормальная, если радиационные факторы на объекте не превышают установленных значений их контрольных уровней;

- неблагоприятная, на объекте превышены установленные значения контрольных уровней радиационных факторов, но с помощью организационно-технических мероприятий обеспечивается не превышение допустимых уровней воздействия на персонал и население;

- опасная, если на объекте в результате радиационной аварии или ликвидации ее последствий возможно превышение основных пределов доз облучения персонала и населения (до 100 мЗв), при этом прогнозируемые уровни облучения населения не требуют срочного вмешательства;

- чрезвычайно опасная, если в результате радиационной аварии не удастся восстановить управление источником ионизирующих излучений, а в ходе ликвидации аварии и ее последствий возможно аварийное облучение персонала (группа А) в эффективной дозе до 200 мЗв и более или прогнозируемые уровни облучения персонала группы Б и населения требуют срочного вмешательства.

Метрологическое обеспечение радиационного контроля решает три основные задачи:

- обеспечение единообразия применяемых при РК основных понятий, величин и их единиц;

- получение достоверных результатов радиационного контроля с корректной оценкой неопределенности измерений и обеспечение метрологической прослеживаемости измерений;

- контроль качества измерений при радиационном контроле.

Оно должно учитывать особенности измерений ионизирующих излучений (стохастический характер физических величин; наличие существенных влияющих на достоверность показаний средств измерений факторов; различие измеряемых и нормируемых величин).

Основу величин в области радиационного контроля составляют поглощенная доза (мощность поглощенной дозы) в материалах, керма (мощность кермы) в воздухе для фотонного излучения, активность радионуклидов и флюенс (плотность потока) частиц.

Для целей мониторинга могут быть применены специальные величины (например, суммарная активность радионуклидов), основанные на использовании откликов конкретных СИ и обеспечивающие надлежащий контроль за изменением радиационных характеристик объекта.

Технические средства, применяемые для измерений характеристик ионизирующих излучений и ядерных констант при осуществлении радиационного контроля должны иметь необходимые для выполнения своих функций метрологические характеристики и соответствующее метрологическое обеспечение.

Кроме того, они подлежат испытаниям с целью утверждения типа или единичного экземпляра и регистрации в Государственном реестре средств измерений (государственном информационном фонде) в установленном порядке.

По характеру получаемой информации средства измерений для радиационного контроля подразделяются на СИ, по показаниям которых оформляют официальные результаты РК и принимают заключения о соответствии установленным требованиям, СИ, предназначенные для решения поисковых технологических задач, выявления источников ИИ и других радиационных аномалий, измерительные системы контроля радиационной обстановки (радиоактивных сбросов и выбросов) и радиационных процессов,

работающие в режиме мониторинга.

Отнесение СИ (экземпляров СИ) к соответствующей группе должно оформляться на каждом предприятии специальным техническим решением, согласованным с метрологической службой и утверждаемым руководством предприятия. При этом могут корректироваться диапазоны измерений СИ в соответствии с их практическим использованием на предприятии.

#### Список литературы

1. Гупало Т.А.: Контроль радиационной безопасности окружающей среды. - М.: МГТУ, 2002. 223с.

© Никитенко Ю.В., Бедарев А.В. 2019

УДК 621.039.4

**Никитенко Ю.В.**

кандидат технических наук,  
преподаватель ФГКВОУ ВПО «Военный  
учебно-научный центр Военно-  
воздушных сил «Военно-воздушная  
академия им. проф. Н.Е. Жуковского и  
Ю.А. Гагарина» г. Воронеж, РФ

**Nikitenko Yu.V.**

candidate of technical sciences, teacher of  
Military educational-scientific center of  
air force «The air force academy named  
after professor N.E. Zhukovsky and Y.A.  
Gagarin» (Voronezh),  
Russian Federation

### **ОСОБЕННОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ДЕТЕКТОРОВ ИОНИЗИРУЮЩЕГО ИЗЛУЧЕНИЯ ПРИ ИЗМЕРЕНИЯХ РАДИАЦИОННЫХ ВЕЛИЧИН**

#### **FEATURES OF USE OF DETECTORS OF RADIATION AT MEASUREMENTS OF RADIATION SIZES**

Ключевые слова: характеристики ионизирующего излучения, детекторы, сигналы, преобразование, параметры.

Аннотация: В статье рассматриваются принципы построения дозиметрической аппаратуры и особенности их устройства.

Keywords: characteristics of ionizing radiation, detectors, signals, transformation, parameters.

Summary: In article the principles of creation of the dosimetric equipment and feature of their device are considered.

В соответствии с мероприятиями радиационного обеспечения, все средства измерения ионизирующих излучений разделяются на две группы: средства радиационной разведки местности и радиационного наблюдения, которые служат для обнаружения радиоактивного загрязнения и измерения величин мощностей доз над радиоактивно зараженной местностью и средства радиационного контроля, которые служат для определения радиоактивного загрязнения объектов и для измерения величин поглощенных доз гамма- и гамма-нейтронного излучения, полученных личным составом.

Принцип построения дозиметрической аппаратуры состоит в том, что она строится как последовательная цепь измерительных преобразователей, преобразующих какой-либо параметр ионизирующего излучения в параметр сигнала, который может быть воспринят оператором.

При каждом преобразовании существует пропорциональная зависимость между входными и выходными величинами так, что величина сигнала на выходе прибора с некоторой погрешностью преобразования и есть величина параметра ионизирующего излучения. Основными параметрами средств измерений ионизирующих излучений являются: назначение, табельная принадлежность, диапазон измерений, быстродействие, погрешность, стойкость к внешним воздействующим факторам, электропитание, надежность и гарантийные обязательства, комплект и масса. Для проведения измерений характеристик ионизирующих излучений используются различные средства измерений, основанные на одних и тех же физических принципах. Независимо от типа прибора основным элементом их устройства является детектор.

Сигналы, используемые для передачи информации как внутри прибора, так и выводимой на внешние устройства могут существовать в двух основных формах: дискретной и аналоговой.

При дискретной (цифровой) форме представления информации сигнал передается в виде последовательности импульсов, а результаты измерения отображаются в виде цифровых групп (чисел). Величины здесь могут принимать лишь конечное число значений 0, 1, 2 и т.п. Электрические импульсы характеризуются такими параметрами как число импульсов, частота их следования, амплитуда, длительность, форма.

При аналоговой (непрерывной) форме представления информации сигнал может принимать непрерывное множество значений. Характерными аналоговыми электрическими сигналами являются ток и напряжение. Сигналы постоянного тока характеризуются только одним параметром-величиной тока или напряжения, которые не изменяются или изменяются медленно во времени.

Сигналы переменного тока характеризуются несколькими параметрами: амплитудой, частотой и начальной фазой. Подавляющее число параметров, характеризующих ионизирующее излучение, являются аналоговыми величинами: энергия частиц или квантов, плотность потока частиц и квантов, активность источника, интенсивность излучения, доза, мощность дозы и др.

Дискретными величинами являются только число частиц или квантов и относительная величина заряда частиц. В зависимости от формы входных сигналов и необходимого вида представления выходной информации в приборах дискретные величины могут преобразовываться в аналоговые и наоборот. На рисунке 1 представлена классификация видов детекторов, измерительных преобразователей и отсчетных устройств, нашедших применение в войсковой дозиметрической аппаратуре [1].



Рисунок 1 – Классификация детекторов, измерительных преобразователей и отсчетных устройств, применяемых в дозиметрической аппаратуре

Сигналы на выходе детекторов ионизирующих излучений могут иметь как дискретную, так и аналоговую форму. Форма сигнала зависит от соотношения средних интервалов времени между моментами попадания частиц или квантов в чувствительный объем и длительности протекания процессов в его выходной цепи при одиночных взаимодействиях ионизирующих частиц (фотонов) с веществом детектора. Длительность протекания процессов определяется механизмом работы детектора (временем развития электронной лавины, световой вспышки) или постоянной времени интегрирующих цепей, включенных на выходе детектора. Если средний интервал времени между моментами попадания частиц или фотонов больше времени протекания одиночного импульса тока в выходной цепи детектора, то на его выходе образуются дискретные сигналы – импульсы. Для количественной характеристики преобразования параметров ионизирующего излучения в параметры электрических сигналов в детекторах и в измерительных преобразователях используют коэффициенты преобразования.

Коэффициент преобразования представляет собой отношение сигнала на выходе детектора к значению физической величины. При этом следует ясно различать два основных вида процессов преобразования в детекторах. Первый – преобразование энергии, потерянной частицей в чувствительном объеме детектора, в величину сигнала на выходе. Второй – преобразование частоты попадания частиц в детектор в частоту выходных импульсов. В первом случае коэффициент преобразования есть отношение величины тока или заряда на выходе детектора к величине энергии ионизирующего излучения, поглощенной в материале детектора, и в конечном итоге к величине дозы или мощности дозы излучения, действующего на детектор. Во втором случае коэффициент преобразования представляет собой отношение средней частоты выходных импульсов к величине средней плотности потока частиц (фотонов) ионизирующего

излучения, падающего на детектор. Нетрудно видеть, что коэффициенты преобразования являются по сути дела параметрами, характеризующими чувствительность детекторов.

Дальнейшая обработка сигналов, полученных на выходе детекторов, производится в измерительных преобразователях.

Измерительные преобразователи осуществляют измерение параметров сигналов детекторов и представляют результаты измерений в виде, удобном для дальнейшей обработки, наблюдения, регистрации или управления. Вид преобразователя определяется формой выходных сигналов, характером выполняемых измерений и необходимой формой представления выходной информации.

При дискретной форме сигналов детекторов, параметрами, несущими информацию об ионизирующих излучениях, являются среднее число  $N_{cp}$  и средняя частота  $N/t$  электрических импульсов, а также средняя частота световых импульсов, преобразуемых в дальнейшем также в электрические. Усреднение числа и частоты импульсов производится здесь в связи с непериодическим распределением их во времени.

Измерение этих параметров производится дискретными измерительными устройствами: счетчиками числа импульсов и счетчиками частоты импульсов с цифровым табло или цифровыми счетчиками импульсов, которые различаются отсутствием или наличием устройства, записывающего число импульсов, поступивших на их вход в каком-либо коде.

В том случае, когда средняя частота импульсов измеряется аналоговым отсчетным устройством, например, интегрирующим контуром с микроамперметром, которое обладает малой чувствительностью и большой погрешностью, для ликвидации этих недостатков в качестве измерительного преобразователя используется усилитель-нормализатор, осуществляющий усиление импульсов по заряду и нормирование их по амплитуде и длительности.

При аналоговой форме сигналов детекторов параметрами, содержащими информацию об ионизирующем излучении, являются: сила тока  $I$ , величина электрического заряда  $Q$ , энергетическая светимость кристалла  $J_{\Sigma}$  и оптическая плотность раствора  $E$ . Измерение названных параметров производится с помощью аналоговых устройств: усилителей постоянного тока, измерителей зарядов – электрометров, преобразователей постоянного тока в переменный, аналого-импульсных преобразователей энергетической светимости в импульсный ток.

Усилители постоянного тока в настоящее время находят применение только в пороговых измерителях мощности дозы, в которых усиленный ток вызывает срабатывание реле, замыкающего цепь электрического питания световой и звуковой сигнализации, при достижении контролируемой величиной порогового значения. Для измерения изменения величины заряда стандартной емкости за время действия излучения применяют электрометры.

Преобразователи постоянного тока детектора в переменный находят применение тогда, когда надо повысить чувствительность измерительного прибора, например, в случае, когда ток детектора очень мал. Для преобразования

используется какое-либо моделирующее устройство (динамический конденсатор, вариакп). В качестве измерителя используется сельсинный стрелочный указатель, в котором угол поворота ротора сельсина с закрепленной на нем стрелкой, пропорционален величине измеряемой мощности дозы излучения.

Оптическая плотность окраски раствора, пропорциональная дозе излучения, измеряется с помощью аналогового отсчетного устройства- колориметра. Таким образом, средства измерения ионизирующего излучения предназначены для измерения основных физических величин, характеризующих ионизирующие излучения, с целью оценки возможных радиационных потерь и организации защиты населения.

#### Список литературы

1. Зюзин А.Б., Березин Г.И. Устройство и эксплуатация технических средств РХБ разведки. – Кострома: ВА РХБЗ, 2009, 381 с.

© Никитенко Ю.В., 2019

УДК 504.054:656.13

**Оробинский Ю.И.**

преподаватель кафедры Военного учебно-научного центра ВВС «Военно-воздушная академия имени профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина» (г. Воронеж), РФ

**Самадов О.Г.**

курсант Военного учебно-научного центра ВВС «Военно-воздушная академия имени профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина» (г. Воронеж), РФ

Orobinsky Y.I.

lecturer of the department Military educational-scientific center of air force «The air force Academy named after Professor N.E. Zhukovsky and Gagarin» (Voronezh), Russian Federation

Samadov O.G.

cadet Military educational-scientific center of air force «The air force Academy named after Professor N.E. Zhukovsky and Gagarin» (Voronezh), Russian Federation

## **ВЛИЯНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА РАСТИТЕЛЬНЫХ И ЖИВОТНЫХ ЖИРОВ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ**

### **INFLUENCE OF MANUFACTURING TECHNOLOGY VEGETABLE AND ANIMALS FUEL ENVIRONMENT**

Ключевые слова: технология производства, окружающая среда.

Аннотация. В статье рассматривается вредное влияние пищевой промышленности, в частности производства растительных и животных жиров, на окружающую среду.

Key words: production technology, environment.

Annotation. The article discusses the harmful effects of the food industry, in particular the production of vegetable and animal fats, on the environment.

Вследствие внешнеэкономического воздействия руководство страны было вынуждено принять ответные меры, ограничить импорт продукции тех иностранных государств, которые поддержали санкционную политику в отношении РФ. Данное ограничение сыграло положительную роль в развитии экономики страны, в частности, сельского хозяйства и пищевой промышленности. В свою очередь, в связи с этим наметился и рост фальсифицированной продукции, содержащей пищевые жиры и масла, что имеет вредное влияние на окружающую среду.

С целью сокращения отрицательного воздействия на окружающую среду данного производства необходимо проведение исследования жиров на их основные компоненты и сопутствующие им. Жиры представляют собой смесь разных по составу триглицеридов жирных кислот и содержат к тому же различные сопутствующие вещества. В сыром жире содержится около 95–97% глицеридов жирных кислот.

В научной литературе рассматривается несколько классификаций жиров.

В зависимости от происхождения жиры делятся на животные и растительные. Животные жиры в свою очередь подразделяются на жиры наземных животных, морских животных и рыб, птиц, земноводных и пресмыкающихся. Жиры растительного происхождения делятся на жирные масла из семян и из мякоти плодов [1].

Предложена также классификация по составу преобладающих жирных кислот, содержание которых составляет 20% и более. Такие кислоты называются главными. Например, оливковое масло относят к группе олеиновых жиров (80–90% олеиновой кислоты), подсолнечное – к линолево-олеиновым (50–60% линолевой кислоты, 35–40% – олеиновой), говяжий жир – к олеиново-пальмитиново-стеариновым жирам (40 – 45% олеиновой, 30% пальмитиновой, 25% стеариновой кислоты).

Животные жиры, особенно вредные для окружающей среды, делятся на твердые и жидкие (при комнатной температуре). К твердым, за очень небольшим исключением, относятся жиры наземных животных и птиц, к жидким – жиры морских животных и рыб.

Растительные масла также делятся на твердые и жидкие при комнатной температуре. Жиры, добываемые из растительного сырья, называют растительными жирными маслами. В основном они представляют собой глицериды высокомолекулярных жирных кислот. Этим растительные жирные масла отличаются от минеральных масел, получаемых при перегонке нефти и состоящих из углеводородов. Жирные масла отличаются и от содержащихся в растениях эфирных масел, в которых нет глицеридов жирных кислот и которые состоят главным образом из смеси альдегидов, кетонов, спиртов, углеводородов и эфиров низкомолекулярных жирных кислот.

Животные жиры часто называют салом или жиром; при этом указывают происхождение (сало говяжье, бараний жир). Различные вещества, содержащиеся в жирах наряду с триглицеридами жирных кислот, можно разделить на две группы.

Первая группа – вещества, сопутствующие глицеридам в жирах, которые условно называют примесями первого рода. Вещества этой группы всегда находятся в сырых жирах, так как они являются составными частями содержимого клеток соответствующих жировых тканей. Веществ, сопутствующих жирам, много. К ним относят воски, церолы, фосфатиды, цереброзиды, сульфолипиды, стерины, каротиноиды, углеводороды и ряд других. Однако содержание их в жирах невелико: в растительных жирах – 3-4%, в животных жирах – в несколько раз меньше. Состав веществ, сопутствующих жирам, зависит от состава содержимого клеток жировых тканей и может быть различным; однако различие невелико: чаще всего эти вещества относятся к одним и тем же классам органических соединений. В отдельных случаях в растительных маслах находят специфичные вещества. Так, характерным признаком сырого хлопкового масла является наличие в нем госсипола, а кунжутного – сезамина. Содержание сопутствующих веществ в сырых жирах непостоянно; оно в известной мере зависит от качества и состава жирового сырья и, особенно – от условий извлечения из него жира. Содержание этих веществ в сыром жире обычно увеличивается при экстракционном извлечении жира органическими растворителями при высоких температурах.

Вторая группа веществ, не относящихся к триглицеридам жирных кислот, – собственно примеси (примеси второго рода). К ним относят материалы, механически попадающие в жир (песок, обрывки тканей жирового сырья и т.д.), а также вещества, появляющиеся при нарушении технологии получения жира даже из доброкачественного сырья (например, из-за сильного перегревания). Кроме того, эти примеси появляются из-за усиленного окисления жиров кислородом воздуха, действия воды, а иногда и микроорганизмов. Вещества этого рода могут также образовываться при хранении жиров в результате химического превращения их составных частей под влиянием различных внешних факторов. В составе примесей второго рода в жирах, полученных экстракцией, можно обнаружить остатки растворителя, а в рафинированных жирах – остаток мыла. Жиры, получаемые из доброкачественного сырья в заводском масштабе, обычно содержат свободные жирные кислоты, не содержащиеся в клетках зрелых семян и жировых тканях, что объясняется гидролизом глицеридов в процессе извлечения их из используемого сырья. Если жир окислен молекулярным кислородом, то в зависимости от глубины окисления в нем находят разные количества низкомолекулярных и двухосновных жирных кислот [2].

Жиры, получаемые из жировых тканей различных организмов, различаются по химическому составу глицеридов. На состав и свойства товарных растительных масел влияет также способ извлечения их из сырья. Масла, полученные разными способами (холодным или горячим прессованием, экстракцией), резко отличаются по внешнему виду. Это обусловлено степенью извлечения маслами сопутствующих веществ, содержащихся как в жировых, так и в прилегающих к ним тканях.

Качественный состав кислот отдельных растительных масел постоянен. Это обуславливается тем, что сырье для синтеза жирных кислот в семенах растений

всегда одинаково – углеводы. Также постоянен для каждого растения качественный состав ферментных систем, участвующих в биосинтезе. Качественное же различие состава жирных кислот глицеридов из семян разных растений определяется специфическим различием ферментных систем, участвующих в их биосинтезе.

Количественный состав жирных кислот масла одного и того же растения может быть непостоянным, особенно по ненасыщенным жирным кислотам. Так, йодное число (характеризует содержание ненасыщенных жирных кислот) масла, полученного из семян одного и того же растения различных зон произрастания, может изменяться в сравнительно широких пределах; например, льняное масло, полученное из сырья северных районов страны, имеет йодное число 190–195, а масло, полученное из семян льна, выращенного на юге, –160.

Качественный состав жиров, извлекаемых из жировых тканей диких животных и отдельных видов рыб, довольно постоянен. Это объясняется относительным постоянством их пищи, являющейся источником накопления жира. Состав глицеридов жиров, извлекаемых из жировых тканей домашних животных, непостоянен. Это обусловлено тем, что жир животных имеет двойное происхождение: углеводы пищи и жир, входящий в ее состав.

Жир из подкожной клетчатки обычно имеет значительно более низкую температуру плавления, чем жир из тканей, расположенных вокруг почек, сердца. Это обусловлено меньшим содержанием в подкожном жире высокоплавких насыщенных жирных кислот. Цвет и органолептические признаки жиров также зависят от условий содержания скота. Пищевые жиры и масла являются сложными и распространенными объектами криминалистической практики.

Они могут выступать в качестве носителей розыскной и доказательственной информации по самым различным категориям правонарушений, раскрываемых органами по борьбе с экономическими преступлениями. В методической литературе можно найти различные рекомендации, посвященные исследованию пищевых жиров и масел методами хроматографии, из которых предпочтение следует отдать газовой хроматографии. Как известно, газовая хроматография – самый популярный и широко распространенный метод анализа объектов органической природы. Помимо высокой разделяющей способности, обеспечивающей надежное установление природы самых разнообразных объектов, методу присущи такие важные качества, как возможность проведения количественного определения с высокими метрологическими характеристиками, экспрессность, высокая информативность результатов анализа, крайне малый расход вещества, поступившего на исследование (несколько микролитров). Наиболее полно вопросы криминалистического исследования пищевых жиров и масел методом газовой хроматографии изложены в работах [1-3].

Признавая несомненную ценность и полезность указанных публикаций, необходимо отметить ряд недостатков, которые были выявлены в процессе апробирования и активного использования этих рекомендаций экспертами практических аппаратов: большие временные затраты, многоэлементность анализа, применение дефицитных и (или) дорогостоящих химических реагентов.

Кроме того, методология исследования не всегда позволяла раскрыть возможности метода при анализе конкретных видов пищевых жиров и масел [3].

Эксперт должен иметь четкое представление об особенностях жирнокислотного состава пищевых жиров и масел, характерных для предприятий с вредными выбросами – поставщиков данной области, района, и при необходимости иметь под рукой образцы сравнения. Таким образом, проведенные исследования свидетельствуют о том, что при производстве фальсифицированных жиров выделяются компоненты с пагубным воздействием на окружающую среду.

#### Список литературы

1. Савицкий А.Н. Эфиры стеролов и триглицериды в индентификации жиров и масел – изд-во МВД СССР, 1981, 62 с.
2. Савицкий А.Н. Хроматографическое исследование малых количеств основных пищевых жиров. Методическое письмо № 22. М.: изд-во МВД СССР, в редакции 1988 г. 26 с.
3. Савицкий А.Н., Кузнецов Д.И. Криминалистические исследования пищевых жиров, М.: изд-во МВД СССР, 1980, 74 с.

© Оробинский Ю.И., Самадов О.Г., 2019

УДК 504.054:656.13

**Оробинский Ю.И.**

преподаватель кафедры Военного учебно-научного центра ВВС «Военно-воздушная академия имени профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина» (г. Воронеж), РФ

**Orobinsky Y.I.**

lecturer of the department Military educational-scientific center of air force «The air force Academy named after Professor N.E. Zhukovsky and Gagarin» (Voronezh), Russian Federation

**Самадов О.Г.**

курсант Военного учебно-научного центра ВВС «Военно-воздушная академия имени профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина» (г. Воронеж), РФ

**Samadov O.G.**

cadet Military educational-scientific center of air force «The air force Academy named after Professor N.E. Zhukovsky and Gagarin» (Voronezh), Russian Federation

## **ЭКСПЕРТИЗА ПИЩЕВОЙ ПРОДУКЦИИ МЕТОДОМ ГАЗОВОЙ ХРОМАТОГРАФИИ**

## **EXAMINATION OF FOOD PRODUCTS BY THE METHOD OF GAS CHROMATOGRAPHY**

Ключевые слова: технология производства, окружающая среда.

Аннотация. В статье рассматривается вредное влияние пищевой промышленности, в частности производства растительных и животных жиров, на окружающую среду.

Key words: production technology, environment.

Annotation. The article discusses the harmful effects of the food industry, in particular the

production of vegetable and animal fats, on the environment.

Сложная международная обстановка наложила определенный отпечаток на развитие отечественной экономики. Руководство страны было вынуждено в ответ на внешнеэкономическое давление предпринять ответные меры в отношении государств, присоединившихся к санкционной политике против РФ.

Однако введенные в стране меры по импортозамещению продукции создали благоприятные условия для позитивных изменений в российской экономике, в частности, в сельском хозяйстве и пищевой промышленности.

В последние годы отмечается значительный рост отечественных продуктов в соотношении к импортируемым. Вместе с тем это дало толчок для производства фальсифицированной, не соответствующей по содержанию на упаковках, пищевой продукции.

Пищевые жиры и масла являются сложными и распространенными объектами криминалистической практики.

Они могут выступать в качестве носителей розыскной и доказательственной информации по самым различным категориям преступлений, раскрываемых подразделениями по экономической безопасности и противодействию коррупции.

Следы и пятна на различных предметах обстановки места происшествия, одежде и обуви жертвы и подозреваемого, фальсификация некоторых видов товарных жиров и масел, а также преднамеренное нарушение технологии их использования, замена дорогостоящих жиров и масел более дешевыми в кондитерских и мучных изделиях – вот далеко не полный перечень ситуаций, с которыми приходится сталкиваться в этом случае сотрудникам органов дознания, следствия, экспертам физико-химических и пищевых лабораторий оперативно-технических аппаратов органов внутренних дел.

В криминалистической литературе можно найти методические рекомендации, посвященные исследованию пищевых жиров и масел методами хроматографии, из которых предпочтение следует отдать газовой хроматографии. Как известно, газовая хроматография – самый популярный и широко распространенный метод анализа объектов органической природы.

Помимо высокой разделяющей способности, обеспечивающей надежное установление природы самых разнообразных объектов, методу присущи такие важные качества, как возможность проведения количественного определения с высокими метрологическими характеристиками, экспрессность, высокая информативность результатов анализа, крайне малый расход вещества, поступившего на исследование (несколько микролитров).

Наиболее полно вопросы криминалистического исследования пищевых жиров и масел методом газовой хроматографии изложены в работах [1–3]. Признавая несомненную ценность и полезность указанных публикаций, необходимо отметить ряд недостатков, которые были выявлены в процессе апробирования и активного использования этих рекомендаций экспертами практических аппаратов: большие временные затраты, многоэлементность

анализа, применение дефицитных и (или) дорогостоящих химических реагентов. Кроме того, методология исследования не всегда позволяла раскрыть возможности метода при анализе конкретных видов пищевых жиров и масел [1].

Учитывая опыт предыдущих исследователей и возросшие потребности экспертной практики, в настоящем письме предложена простая, быстрая и надежная методика установления вида пищевого жира и масла. Кроме того, рекомендации могут быть использованы для сравнительного криминалистического исследования пищевых жиров и масел.

В процессе проведения экспертизы можно получить ответы на следующие типичные вопросы:

Является ли вещество, представленное на исследование, пищевым жиром или маслом?

Каким видом пищевого жира или масла является представленный образец?

Одинаковы ли представленные на исследование образцы по жирнокислотному составу?

Фальсифицирован ли представленный образец сливочного масла маргарином?

Какой вид жира (сливочное масло, маргарин, растительное масло) был использован при производстве конкретного вида печенья, крема?

Является ли пятно, обнаруженное на одежде подозреваемого, масляным; если является, то одинаково ли это масло по жирнокислотному составу с маслом, обнаруженным на месте происшествия?

Необходимо подчеркнуть, что эксперт не должен формально подходить к решению этих вопросов и механически использовать данные, приведенные в этом методическом письме. Он должен иметь четкое представление об особенностях жирнокислотного состава пищевых жиров и масел, характерных для предприятий – поставщиков данной области, района, и при необходимости иметь под рукой образцы сравнения [2].

Жиры, добываемые из растительного сырья, называют растительными жирными маслами. В основном они представляют собой глицериды высокомолекулярных жирных кислот.

Этим растительные жирные масла отличаются от минеральных масел, получаемых при перегонке нефти и состоящих из углеводородов. Жирные масла отличаются и от содержащихся в растениях эфирных масел, в которых нет глицеридов жирных кислот и которые состоят главным образом из смеси альдегидов, кетонов, спиртов, углеводородов и эфиров низкомолекулярных жирных кислот.

Животные жиры часто называют салом или жиром; при этом указывают происхождение (сало говяжье, бараний жир).

Различные вещества, содержащиеся в жирах наряду с триглицеридами жирных кислот, можно разделить на две группы [3].

Первая группа – вещества, сопутствующие глицеридам в жирах, которые условно называют примесями первого рода. Вещества этой группы всегда находятся в сырых жирах, так как они являются составными частями содержимого

клеток соответствующих жировых тканей. Веществ, сопутствующих жирам, много. К ним относят воски, церолы, фосфатиды, цереброзиды, сульфоллипиды, стерины, каротиноиды, углеводороды и ряд других.

Однако содержание их в жирах невелико: в растительных жирах –3–4%, в животных жирах –в несколько раз меньше. Состав веществ, сопутствующих жирам, зависит от состава содержимого клеток жировых тканей и может быть различным; однако различие невелико: чаще всего эти вещества относятся к одним и тем же классам органических соединений. В отдельных случаях в растительных маслах находят специфичные вещества. Так, характерным признаком сырого хлопкового масла является наличие в нем госсипола, а кунжутного – сезамина.

Содержание сопутствующих веществ в сырых жирах непостоянно; оно в известной мере зависит от качества и состава жирового сырья и особенно –от условий извлечения из него жира.

Содержание этих веществ в сыром жире обычно увеличивается при экстракционном извлечении жира органическими растворителями при высоких температурах

Вторая группа веществ, не относящихся к триглицеридам жирных кислот, – собственно примеси (примеси второго рода). К ним относят материалы, механически попадающие в жир (песок, обрывки тканей жирового сырья и т.д.), а также вещества, появляющиеся при нарушении технологии получения жира даже из доброкачественного сырья (например, из-за сильного перегревания). Кроме того, эти примеси появляются из-за усиленного окисления жиров кислородом воздуха, действия воды, а иногда и микроорганизмов.

Вещества этого рода могут также образовываться при хранении жиров в результате химического превращения их составных частей под влиянием различных внешних факторов. В составе примесей второго рода в жирах, полученных экстракцией, можно обнаружить остатки растворителя, а в рафинированных жирах – остаток мыла.

Жиры, получаемые из доброкачественного сырья в заводском масштабе, обычно содержат свободные жирные кислоты, не содержащиеся в клетках зрелых семян и жировых тканях, что объясняется гидролизом глицеридов в процессе извлечения их из используемого сырья. Если жир окислен молекулярным кислородом, то в зависимости от глубины окисления в нем находят разные количества низкомолекулярных и двухосновных жирных кислот.

Жиры, получаемые из жировых тканей различных организмов, различаются по химическому составу глицеридов. Эти различия обуславливаются индивидуальными особенностями сырья, его происхождением, а также условиями развития и жизни организмов, агротехническими мероприятиями при культивации растений, селекцией и т.д. На состав и свойства товарных растительных масел влияет также способ извлечения их из сырья. Масла, полученные разными способами (холодным или горячим прессованием, экстракцией), резко отличаются по внешнему виду. Это обусловлено степенью извлечения маслами сопутствующих веществ, содержащихся как в жировых, так и в прилегающих к

ним тканях.

Качественный состав кислот отдельных растительных масел постоянен. Это обуславливается тем, что сырье для синтеза жирных кислот в семенах растений всегда одинаково – углеводы.

Также постоянен для каждого растения качественный состав ферментных систем, участвующих в биосинтезе. Качественное же различие состава жирных кислот глицеридов из семян разных растений определяется специфическим различием ферментных систем, участвующих в их биосинтезе.

Количественный состав жирных кислот масла одного и того же растения может быть непостоянным, особенно по ненасыщенным жирным кислотам.

Так, йодное число (характеризует содержание ненасыщенных жирных кислот) масла, полученного из семян одного и того же растения различных зон произрастания, может изменяться в сравнительно широких пределах; например, льняное масло, полученное из сырья северных районов страны, имеет йодное число 190–195, а масло, полученное из семян льна, выращенного на юге, –160.

Качественный состав жиров, извлекаемых из жировых тканей диких животных и отдельных видов рыб, довольно постоянен.

Это объясняется относительным постоянством их пищи, являющейся источником накопления жира.

Состав глицеридов жиров, извлекаемых из жировых тканей домашних животных, непостоянен. Это обусловлено тем, что жир животных имеет двойное происхождение: углеводы пищи и жир, входящий в ее состав. Например, при добавлении в кормовой рацион коров рапсового жмыха в жире молока появляется эруковая кислота; при кормлении свиней подсолнечным жмыхом в жире увеличивается содержание линолевой кислоты.

Жир из подкожной клетчатки обычно имеет значительно более низкую температуру плавления, чем жир из тканей, расположенных вокруг почек, сердца. Это обусловлено меньшим содержанием в подкожном жире высокоплавких насыщенных жирных кислот. Цвет и органолептические признаки жиров также зависят от условий содержания скота.

Таким образом, состав, а, следовательно, и качество любого жира может колебаться в известных пределах. Однако эти колебания не столь велики, чтобы затруднить решение диагностической задачи – установление вида жира или масла.

#### Список литературы

1. Савицкий А.Н. Эфиры стеролов и триглицериды в индетификации жиров и масел – изд-во МВД СССР, 1981, 62 с.
2. Савицкий А.Н. Хроматографическое исследование малых количеств основных пищевых жиров. Методическое письмо № 22. М.: изд-во МВД СССР, в редакции 1988 г. 26 с.
3. Савицкий А.Н., Кузнецов Д.И. Криминалистические исследования пищевых жиров, М.: изд-во МВД СССР, 1980, 74 с.

© Оробинский Ю.И., Самадов О.Г., 2019

УДК 681.3.06:539.4

**Пальчикова Г.С.**

преподаватель кафедры  
общепрофессиональных дисциплин  
военно-воздушной академии им.  
проф. Н.Е. Жуковского и  
Ю.А. Гагарина (г. Воронеж)

**Ойченко Ю.О.**

курсант ФГКВБОУ ВПО «Военный  
учебно-научный центр Военно-  
воздушных сил «Военно-воздушная  
академия им. проф. Н.Е. Жуковского  
и Ю.А. Гагарина» г. Воронеж, РФ

Palchikova G.S.

Assistante Subdepartment of General  
Professional Disciplines of the Air Forces'  
MESC «Air Forces Academy named after  
Professor N.Ye. Zhukovsky and Yu.A.  
Gagarin» (Voronezh),

Oychenko Yu.O.

cadet Federal Military Educational Institution  
of Higher Professional Education "Military  
Training and Scientific Center of the Air  
Force" Military Air Academy named after  
prof. NOT. Zhukovsky and Yu.A. Gagarin  
"Voronezh, RF

## **ВЫБОР ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ В ТРАНСПОРТНОМ МАШИНОСТРОЕНИИ МЕТОДАМИ КОМПЬЮТЕРНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ**

### **SELECTION OF OPERATIONAL MATERIALS IN TRANSPORT MECHANICAL ENGINEERING BY COMPUTER SIMULATION METHODS**

Ключевые слова: сплошная среда, твердое тело, реальный объект, модель, прочность материала, нанотехнологии, тела с микроструктурой, взаимодействия частиц, динамика мезочастиц, потенциал Леннарда-Джонса, текучесть.

Аннотация: в статье рассматриваются вопросы прочностных расчетов для неупругого деформирования и разрушения элементов конструкций транспортного средства, когда нарушается его эксплуатационная безопасность. Моделирование процессов разрушения осуществляется методами динамики взаимодействия частиц на основе потенциала Леннарда-Джонса.

Keywords: continuous medium, solid, real object, model, material strength, nanotechnology, bodies with a microstructure, particle interactions, mezoparticle dynamics, fluidity.

Annotation: the article deals with the strength calculations for the inelastic deformation and destruction of structural elements of a vehicle when its operational safety is impaired. Modeling of destruction processes is carried out by the methods of particle interaction dynamics based on Lennard-Jones potential.

Постоянное нарастание интенсивности перевозок грузов автомобильным транспортом резко повысило количество дорожно-транспортных происшествий (ДТП), обусловленных не только столкновением транспортных средств, но повышенным износом дорожных покрытий. Аварийные случаи, как правило, сопровождаются не только неупругими процессами деформирования, но и разрушением конструктивных элементов силовых агрегатов транспортных средств, когда изменяется внутренняя структура вещества или его сплошность.

Методы проектирования надежных агрегатов и трансмиссий транспортных

средств на основе классических расчетов на прочность и жесткость в этом случае неприемлемы, так как базируются на теории линейной упругости

В механике сплошных сред сложное напряженно-деформированное состояние элементов конструкций представлено математическим описанием полей деформаций, внутренних перемещений и напряжений.

Развитие вычислительной техники обеспечило решение сложных задач механики сплошной среды (континуума) численными методами. Наибольшее распространение, в частности, получило моделирование физических процессов напряженно-деформированного состояния твердых тел методом конечных элементов. В основе метода лежит дискретизация объекта с целью решения уравнений механики континуума в предположении, что эти соотношения выполняются в пределах каждой из элементарных областей (конечных элементов), показанных на рисунке 1.

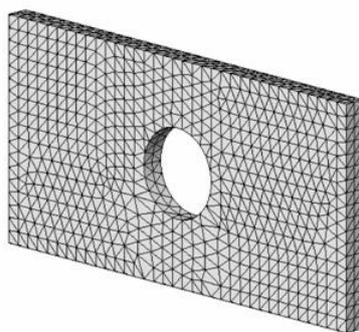


Рисунок 1 – Дискретизация объекта конечными элементами

В пределах конечного элемента назначаются свойства, например, характеристики жесткости и прочности материала, его плотность, а затем описываются поля интересующих величин. В механике континуума эти поля представлены перемещениями, деформациями и напряжениями. Однако математическое описание расчетного элемента в механике сплошной среды тоже основано на законе линейной упругости, связывающем перемещения и усилия в узлах этого элемента. Именно такой алгоритм заложен в пакете прикладных программ SolidWorks для инженерного анализа конструкций в прикладном пакете программ Simulation [1].

Однако, для неупругого деформирования и тем более, разрушения, когда изменяется внутренняя структура вещества или его сплошность, описание процессов в рамках континуальной механики затруднительно. Кроме того, следует учитывать неизбежность погрешностей при любой численной аппроксимации, а это означает непредсказуемость результатов [2].

Еще одна современная проблема, существенно ограничивающая возможности применения метода конечных элементов (МКЭ), заключается в существенном уменьшении размеров объектов моделирования. Это особенно важно для 3-D принтерных технологий изготовления деталей и узлов трансмиссии. В связи с открытием принципиально новых механических и физических свойств у материалов, имеющих структурные элементы нанометрового масштаба, чрезвычайно повысился интерес к моделированию материалов на

микроскопическом масштабном уровне.

Для аналитического и численного описания процессов происходящих в твердых телах с микроструктурой удобно представить совокупность взаимодействующих зерен материала, движущихся согласно классическим уравнениям динамики под действием заданных законов взаимодействия между частицами (потенциалов взаимодействия) [3]. Мезочастицы (зерна) в этом случае представляют более крупный по отношению к молекулам масштабный уровень.

Метод динамики мезочастиц основывается на представлении тела совокупностью материальных точек, взаимодействующих как между собой, так и с внешними силовыми полями. Уравнения движения частиц могут быть записаны в виде

$$m \cdot \ddot{r}_k = \sum_{n=1}^N \Phi(r_{kn}) \cdot \bar{r}_{kn} + \sum_{n=1}^N \Psi(r_{kn}, v_{kn}) \cdot \bar{r}_{kn} + \varphi(\bar{r}_k) + \psi(\bar{r}_k, \bar{v}_k), \quad (1)$$

где  $\bar{r}_k$  и  $\bar{v}_k$  - векторы положения и скорости k-й частицы,  $m$  – масса частицы,  $\Phi(r)$  и  $\Psi(r, v)$  скалярные функции, которые описывают, соответственно, консервативную и неконсервативную составляющие взаимодействия между частицами, векторные функции  $\varphi(\bar{r}_k)$  и  $\psi(\bar{r}_k, \bar{v}_k)$  описывают внешнее консервативное и неконсервативное силовое поле.

В уравнениях (1) учитывается только парное взаимодействие между частицами.

Рассмотрим произвольный парный потенция.  $\Pi(r)$ . Соответствующая ему сила взаимодействию  $f(r)$  определяется как

$$f(r) \stackrel{def}{=} -\Pi'(r) \quad (2)$$

Обозначим  $\sigma$ ,  $a$  и  $b$  расстояния, на которых обращается в ноль, соответственно, потенциал и его первая и вторая производные:

$$\Pi(\sigma) \equiv 0, \quad \Pi'(a) \equiv -f(a) \equiv 0, \quad \Pi''(\sigma) \equiv f'(b) \equiv 0 \quad (3)$$

Ниже будем рассматривать только потенциалы, для которых уравнения (3) имеют единственное решение, причем  $\sigma < a < b$ . Это выполняется для всех простейших потенциалов взаимодействия, таких как потенциал Леннарда-Джонса, и, Морзе и др. Примерный вид подобного потенциала и соответствующей ему силы изображен на рисунке 2.

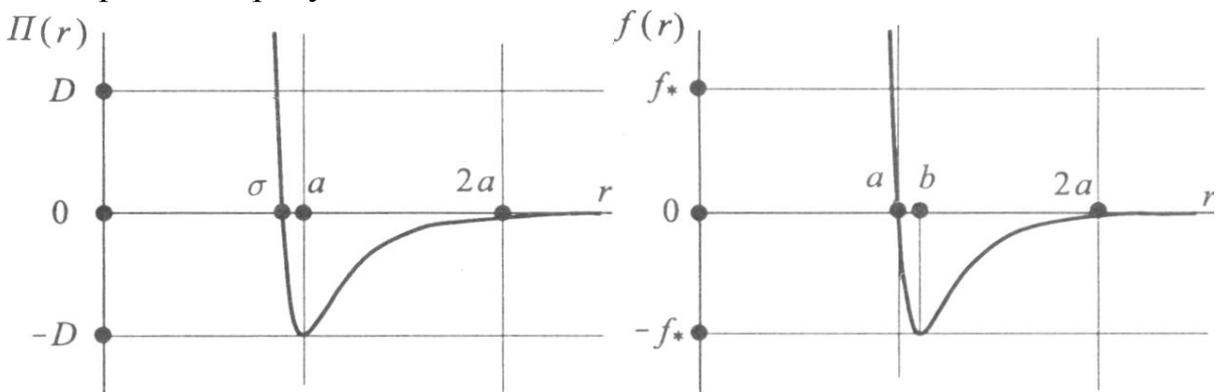


Рисунок 2. – Потенциал и сила взаимодействия

Основное свойство потенциала состоит в том, что при приближении ( $r < a$ ) частицы отталкиваются, при удалении ( $r > a$ ) притягиваются, причем при значительном удалении ( $r > 2a$ ) потенциал и сила взаимодействия стремятся к нулю. Расстояние  $a$  является равновесным расстоянием между частицами, расстояние  $b$  является критическим, при котором наступает разрыв межатомной связи. Следует отметить, что перечисленные свойства строго выполнимы только для двухатомной молекулы и для кристалла, в котором учитывается взаимодействие только ближайших соседей. При учете влияния атомов следующих координационных сфер равновесное и критическое расстояния изменяются. Однако для потенциалов, достаточно быстро убывающих с расстоянием, эти изменения являются малыми по сравнению с  $a$  и  $b$ .

Для компьютерного моделирования неупругого деформирования использован метод динамики мезочастиц. В результате получена зависимость растягивающей силы  $P$  от расстояния между точками приложения сил ( $r$ ) [3]. Для простоты решения модель материала была представлена в виде системы из четырех частиц, как показано на рисунке 3.

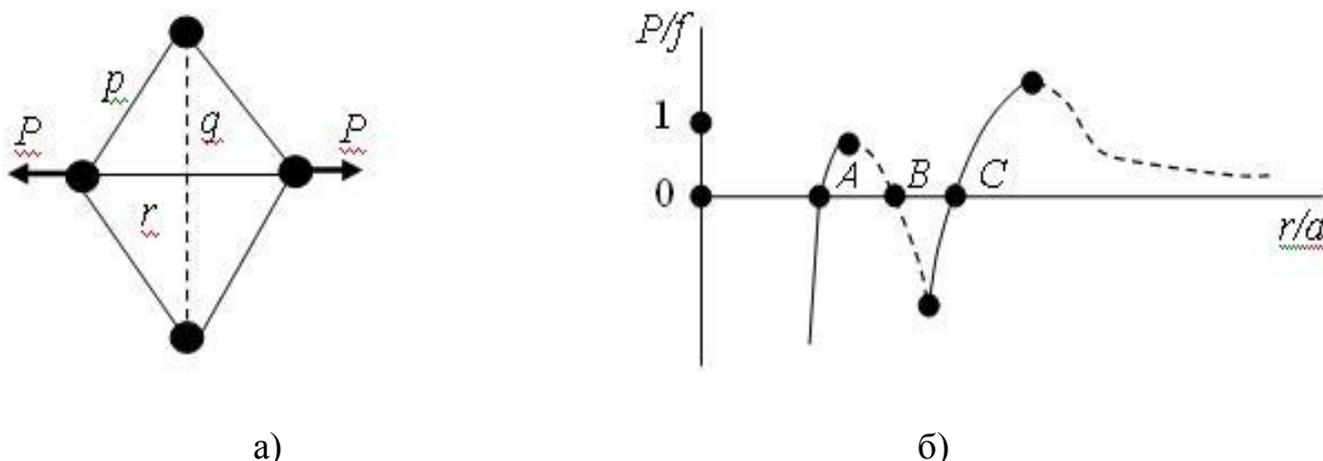


Рисунок 3 - Виртуальное испытание простейшей модели материала при растяжении

В результате решения системы алгебраических уравнений

$$\begin{cases} \Phi(p) + \Phi(r) + \frac{P}{r} = 0, \\ \Phi(p) + \Phi(q) = 0, \\ r^2 + q^2 = 4p^2, \end{cases} \quad (4)$$

где  $\Phi(r) \stackrel{def}{=} f(r)/r$ , а неизвестные  $p$ ,  $q$ ,  $r$  задают расстояния между частицами, представленными на рисунке 3а, получена диаграмма нагружения, показанная на рисунке 3б.

Зависимость  $P(r)$ , представленная на диаграмме рисунка 3б имеет три ярко выраженных экстремума, свидетельствующие о возникновении динамических

переходных процессов, сопровождающихся перестройкой структуры системы и, следовательно, такая модель взаимодействия мезочастиц способна достаточно адекватно описывать нелинейные процессы деформирования.

Можно сделать вывод, что компьютерное моделирование методом частиц позволяет учитывать такие типично нелинейные процессы деформирования, как текучесть и петля гистерезиса, в прочностных расчетах для неупругого деформирования элементов конструкций транспортного средства.

#### Список литературы

1. Cosmos Getting Started. Structural Research and Analysis Corporation, USA, 2006.
2. Галлагер Р. Метод конечных элементов. Основы: Пер. с англ. – М.: Мир, 1984.
3. Кривцов А.М. Деформирование и разрушение твердых тел с микроструктурой. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2007. – 304 с.

© Пальчикова Г.С., Ойченко О.Ю., 2019

УДК 691.175

**Пальчикова Г.С.**

преподаватель «Военный учебно-научный центр Военно-воздушных сил «Военно-воздушная академия им. проф. Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина» г. Воронеж, РФ

**Кислякова Т.В.**

старший преподаватель «Военный учебно-научный центр Военно-воздушных сил «Военно-воздушная академия им. проф. Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина» г. Воронеж, РФ

**Туровцев И.И.**

курсант «Военный учебно-научный центр Военно-воздушных сил «Военно-воздушная академия им. проф. Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина» г. Воронеж, РФ

Palchikova G. S.

teacher "Military training and research center of the Air force "air Force Academy. Professor N. E. Zhukovsky and Gagarin" Voronezh, Russian Federation

Kislyakova T. V.

senior lecturer "Military training and research center of the Air force "air Force Academy. Professor N. E. Zhukovsky and Gagarin" Voronezh, Russian Federation

Turovtsev I. I.

cadet «The air force academy named after professor N.E. Zhukovsky and Y.A. Gagarin» (Voronezh), Russian Federation

## ИСТОРИЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ТЕОРИИ ТРЕНИЯ ПОЛИМЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ

ISTORIYA ISSLEDOVANIYA TEORII TRENIYA POLIMERNYKH MATERIALOV

Ключевые слова полимерные материалы, теория трения, изнашивание.

Аннотация: В статье рассмотрены вопросы теории трения и изнашивания полимерных материалов.

Проведенный анализ физического состояния тонкого полимерного слоя приводит к

выводу, что процессы, протекающие в этом слое при механических и тепловых воздействиях в условиях трения, носят характер постепенного накопления.

Keywords: polymeric materials, friction theory, wear.

Summary: The article deals with the theory of friction and wear of polymer materials. The analysis of the physical state of the thin polymer layer leads to the conclusion that the processes occurring in this layer under mechanical and thermal effects under friction conditions are of a gradual accumulation.

Развитие глубоких теоретических представлений о трении и изнашивании металлополимерных пар трения в основном формировались на базе положений теории трения и изнашивания, разработанной для металлов. Сущность процессов трения и изнашивания различными исследованиями объяснялась с позиций механического, молекулярного и молекулярно-механического взаимодействия соприкасающихся поверхностей.

И.В. Крагельским и В.С. Щедровым показано [1], что основные закономерности механической теории трения были установлены Леонардо да Винчи, Г. Амонтовым, Ш. Кулоном. Последним представлена сила трения, как совокупность сопротивлений: сцепления шероховатостей, зависящей от площади касания и зацепления, пропорционального нагрузке и независящей от площади касания.

В начале XX века Б.А. Дерягин, В. Гарди, Г. Томлинсон и другие ученые, обзор трудов которых дан в [2,4], изложили теорию трения с позиции молекулярной природы веществ, которая заключается в учете сил молекулярного взаимодействия (притяжения и отталкивания между молекулами поверхностей, контактирующих тел).

При глубоком исследовании трения оказалось, что некоторые явления невозможно объяснить ни молекулярной, ни механической теорией.

И.В. Крагельский, Н.М. Михин, Н.Б. Демкин, Н.Г. Епифанов, Г. Эрнест, П. Мергент развили молекулярно-механическую теорию трения, учитывающую процессы деформирования поверхностных слоев при внедрении в них микронеровностей контртела и молекулярное взаимодействие контактирующих поверхностей.

Механизм трения полимерных материалов сходен с механизмом трения металлов. Следует только отметить различие их физических и механических свойств. Полимеры обладают более низкими значениями пределов текучести, упругости, прочности, теплопроводности, чем металлы.

Рассматривая трение резины по гладким поверхностям, Г.М. Бартенев разработал молекулярно-кинетическую теорию трения высокоэластичных полимеров, где адгезионный механизм является основным. При установившемся режиме сила трения скольжения полимеров описывается возрастающей характеристикой, а не падающей, как у твердых тел.

Основное положение данной теории заключается в том, что на поверхности полимера находятся участки цепей, которые совершают беспорядочные тепловые перескоки по поверхности твердого тела из одного равновесного положения

сцепления в другое.

Рассмотренные законы трения в основном имеют двухчленную форму, однако они не отражают единый механизм внешнего трения твердых тел. К тому же практическое применение их ограничено ввиду того, что не учитываются специфические реологические свойства полимеров.

Изнашивание не может быть изучено в отрыве от явлений трения, так как трение и изнашивание – процессы, всегда сопряженные и взаимосвязанные. Большинство исследователей рассматривает вопросы взаимодействия на поверхности контакта в связи с представлениями физики твердого тела. Кроме того, в современных теориях изнашивания большое внимание уделяется молекулярному взаимодействию поверхностей трения.

Е.Н.Швецова, И.В.Крагельский разработали классификацию видов износа, основанную на рассмотрении трех последовательных этапов: взаимодействие поверхностей, происходящее при скольжении; их изменение; разрушение.

Виды разрушений по всем классификациям примерно одинаковы, но, так как не выявлены признаки, по которым следует классифицировать износ, то поэтому не создана единая классификация.

Учеными И.В. Крагельским, М.М. Резниковым, С.Б. Ратнером была разработана усталостная теория изнашивания твердых тел.

Данная теория позволила связать интенсивность изнашивания с условиями нагружения, шероховатостью поверхности и физико-механическими свойствами более пластичного материала контактирующей пары.

На основании анализа многочисленных исследований Г.А. Гороховским [3] предложена принципиальная схема поверхностного слоя полимера, образовавшегося при трении и изнашивании. Поверхностный слой состоит из рабочего слоя и находящегося под ним слоя исходной структуры. Поверхностный слой представляет собой слой низкомолекулярных продуктов деструкции цепей молекул, находящихся в непосредственном контакте с контртелом, и адсорбированных газов и паров. Под ним находится кристаллический слой с высокой степенью дисперсности и ориентации в направлении действия тангенциальных сил трения. Ниже находится область разрушения надмолекулярных образований и кристаллической фазы.

Данная схема отражает характер процессов, протекающих при трении металлополимерных пар.

В.И. Шестаков описал модель разрушения полимерного слоя при трении. Процесс разрушения полимера развивается из первичных дефектов, возникающих из-за несовершенства технологии изготовления, образования напряжений при различии коэффициентов термического расширения покрытия и металлической подложки в процессе нагревания и охлаждения, образования микротрещин, пустот – источников ионизации – и локальных перегревов полимерного покрытия, наличия аморфной и кристаллической фаз. По его мнению, наиболее вероятно образование дефектов в надмолекулярной структуре.

Анализ физического состояния тонкого полимерного слоя приводит к выводу, что процессы, протекающие в этом слое при механических и тепловых

воздействиях в условиях трения, носят характер постепенного накопления.

Скорость этих процессов зависит от фактического структурно-физического состояния полимерного слоя.

Описанные выше теории и модели внешнего трения и изнашивания не учитывают всей совокупности происходящих процессов. Для построения наиболее общей модели внешнего трения, его количественного описания и управления протеканием необходимо дальнейшее раскрытие природы внешнего трения как полимерных, так и металлических материалов.

#### Список литературы

1. Демкин Н.Б. Контрактирование шероховатых поверхностей. М., «Наука», 1970 г.
2. Боуден Ф., Тейбор Д. Трение и смазка твердых тел. М., «Мир», 1968г.
3. Гороховский Г.А. Поверхностное диспергирование динамически контактирующих полимеров и металлов. Киев, «Наука думка», 1972
4. Головкин Г.С., Дмитренко В.П. Научные основы производства изделий из термопластичных композиционных материалов. М., 2005г.

© Пальчикова Г.С., Кислякова Т.В., Туровцев И.И., 2019

УДК 658.138

**Прядкин В.И.**

доктор техн. наук, профессор  
кафедры автомобилей и сервиса  
Воронежского государственного  
лесотехнического университета  
имени Г.Ф. Морозова, РФ

**Михин И.Ю.**

магистрант 2 курса автомобильного  
факультета Воронежского  
государственного лесотехнического  
университета имени Г.Ф. Морозова,  
РФ

**Русанов А.В.**

старший научный сотрудник

**Pryadkin V.I.**

Doctor of technical science, Professor of  
The Cars & Service Department,  
The Voronezh State Forestry Engineering  
University named after G.F. Morozov, The  
Russian Federation

**Mihin I.Y.**

Magister-student of the 2nd year of  
The Automotive Faculty, The Voronezh  
State Forestry Engineering University  
named after G.F. Morozov,  
The Russian Federation

**Rusanov A.V.**

Senior researcher

## **МЕТОДИКА МОДЕЛИРОВАНИЯ ПРОЦЕССА ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ШИРОКОПРОФИЛЬНОЙ ШИНЫ С ПОРОГОВОЙ НЕРОВНОСТЬЮ**

### **THE METHOD OF MODELING THE PROCESS OF INTERACTION OF A WIDEN-PROFILE TIRE WITH A THRESHOLD NEVER**

Аннотация: В статье приведена методика моделирования процесса взаимодействия широкопрофильной шины низкого давления с пороговой неровностью. Приведены

математическая модель и программа для проведения численного эксперимента.

Ключевые слова: пороговая неровность, шина широкопрофильная, деформация шины, математическая модель.

Summary: The article presents the method for modeling the interaction process of a wide-profile low-pressure tire with a threshold irregularity. The mathematical model and the program for conducting a numerical experiment are given.

Keywords: the threshold irregularity, the wide-profile tire, the tire deformation, the mathematical model.

Широкопрофильная шина низкого давления является задающим звеном воздействия на динамическую систему мобильного энергетического средства, поэтому сглаживающая способность этих шин определяет уровень колебаний и динамическую нагруженность его узлов и деталей.

Проведенными исследованиями сглаживающей способности эластичного колеса установлено, что при преодолении неровности происходит уменьшение подъема оси колеса по сравнению с высотой преодолеваемой неровности и увеличивается зона действия неровности на колесо [1,2].

При этом отмечается, что сглаживающая способность шин с низким давлением воздуха проявляется более существенно. Однако вопросы моделирования и оценки сглаживающей способности шин сверхнизкого давления в настоящее время рассмотрены недостаточно.

Для оценки влияния нагрузки на колесо и давления воздуха в шине на характер преодоления шиной единичной неровности разработана математическая модель данного процесса. Моделирование в целом основано на методах классической механики [1, 2] и проводится в двух измерениях: в продольной вертикальной плоскости XZ (рисунок 1).

Колесо представляется в виде деформируемого круга, который упруго-вязким образом взаимодействует с опорной поверхностью и расположенным на нем препятствием.

Расположение колеса в пространстве характеризуется тремя переменными: координатами оси колеса  $x$ ,  $z$  и углом  $\varphi$  поворота колеса.

Опорная поверхность и единичная неровность представляются в рамках стержневого подхода как совокупность отдельных стержней, параллельных оси  $Y$  и представляющих собой точки на рассматриваемой плоскости XZ, так как стержни перпендикулярны данной плоскости (рисунок 1, а).

В частности, для моделирования использовали около 300 стержней (рисунок 1, б).

Движение колеса в пространстве описывается уравнениями поступательного и вращательного движения, которые могут быть записаны в соответствии со вторым законом Ньютона:

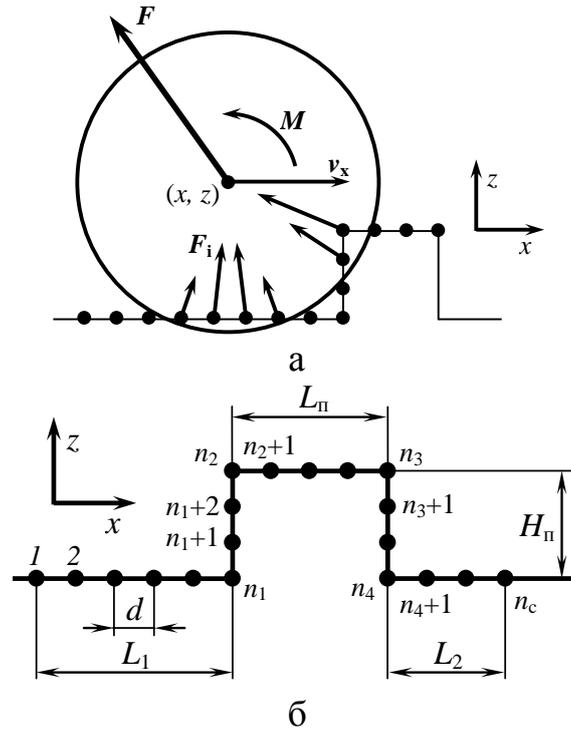


Рисунок 1 – Расчетные схемы для построения математической модели преодоления шиной единичной неровности

$$\begin{cases} \frac{dx}{dt} = v_x; \\ m \frac{d^2 z}{dt^2} = -mg + \sum_{i=1}^{n_c} F_{zi}; \\ J \frac{d^2 \varphi}{dt^2} = \sum_{i=1}^{n_c} [F_{xi}(z - z_i) - F_{zi}(x - x_i)], \end{cases} \quad (1)$$

где  $x$  и  $z$  – координаты центра колеса;  $v_x$  – горизонтальная скорость движения колеса;  $t$  – время;  $m$  – масса колеса;  $g$  – ускорение свободного падения;  $i$  – номер стержня;  $n_c$  – количество стержней опорной поверхности;  $F_{xi}$  и  $F_{zi}$  – декартовы компоненты силы, действующей на колесо со стороны  $i$ -го стержня;  $J$  – приведенный момент инерции колеса;  $\varphi$  – угловая координата колеса. В данной работе моделируется ведомое колесо, однако путем незначительной коррекции системы (1) можно моделировать ведущее колесо. Для расчета силы ( $F_{ix}$ ,  $F_{iz}$ ) со стороны стержня  $i$  используется упруго-вязкое приближение и проверка попадания стержня внутрь круга радиусом  $R_k$ :

$$\begin{cases} F_{xi} = \begin{cases} -\frac{c(R_k - \sqrt{(x-x_i)^2 + (z-z_i)^2})(x-x_i)}{\sqrt{(x-x_i)^2 + (z-z_i)^2}} - kv_x, & \sqrt{(x-x_i)^2 + (z-z_i)^2} \leq R_k; \\ 0, & \sqrt{(x-x_i)^2 + (z-z_i)^2} > R_k; \end{cases} \\ F_{zi} = \begin{cases} -\frac{c(R_k - \sqrt{(x-x_i)^2 + (z-z_i)^2})(z-z_i)}{\sqrt{(x-x_i)^2 + (z-z_i)^2}} - k \frac{dz}{dt}, & \sqrt{(x-x_i)^2 + (z-z_i)^2} \leq R_k; \\ 0, & \sqrt{(x-x_i)^2 + (z-z_i)^2} > R_k, \end{cases} \end{cases} \quad (2)$$

где  $s$  и  $k$  – коэффициенты жесткости и вязкого трения при взаимодействии одного стержня с шиной;  $R_k$  – радиус колеса.

В данной работе исследовали взаимодействие колеса с препятствием прямоугольной формы: длиной  $L_n$  и высотой  $H_n$  (рисунок 2.3). Длины горизонтальных участков опорной поверхности до и после препятствия равны соответственно  $L_1$  и  $L_2$ . В данной работе декартовы координаты  $x_i$ ,  $z_i$  стержней задавались следующим комплектом формул.

$$n_1 = \left[ \frac{L_1}{d} \right]; \quad n_2 = n_1 + \left[ \frac{H_n}{d} \right]; \quad n_3 = n_2 + \left[ \frac{L_n}{d} \right]; \quad (3)$$

$$n_4 = n_3 + \left[ \frac{H_n}{d} \right]; \quad n_5 = n_4 + \left[ \frac{L_2}{d} \right]; \quad (4)$$

$$x_i = \begin{cases} (i-1)d, & i \leq n_1; \\ (n_1-1)d, & n_1 < i \leq n_2; \\ (n_1-1)d + (i-n_2)d, & n_2 < i \leq n_3; \\ (n_1-1)d + (n_3-n_2)d, & n_3 < i \leq n_4; \\ (n_1-1)d + (n_3-n_2)d + (i-n_4)d, & i > n_4; \end{cases} \quad (5)$$

$$z_i = \begin{cases} 0, & i \leq n_1; \\ (i-1)d, & n_1 < i \leq n_2; \\ (n_2-n_1)d, & n_2 < i \leq n_3; \\ (n_2-n_1)d - (i-n_3)d, & n_3 < i \leq n_4; \\ 0, & i > n_4, \end{cases} \quad (6)$$

где  $n_1, n_2, n_3, n_4$  – номера стержней, соответствующие точкам перелома профиля поверхности;  $n_c$  – общее количество стержней; квадратными скобками [ ... ] обозначена операция выделения целой части числа с округлением.

Для учета в модели характеристик широкопрофильной шины низкого давления использовалась экспериментальная регрессионная формула, позволяющая рассчитать радиальный прогиб шины  $h_z$  для заданной нагрузки  $G_z$  и давления воздуха в шинах  $P_w$  [3]:

$$h_z = 0,0186 + 0,16043 \frac{G_z}{\sqrt{P_w}}, \quad (7)$$

где  $h_z$  измеряется в метрах,  $G_z$  – в килоньютонах,  $P_w$  в килопаскалях.

Для численного интегрирования системы дифференциальных уравнений второго порядка, лежащей в основе модели, используется метод Рунге-Кутты второго порядка.

Для практического использования предложенного математического аппарата

и проведения теоретического исследования разработана компьютерная программа «Программа для моделирования преодоления единичной неровности шиной низкого давления» на языке Object Pascal с использованием среды программирования Borland Delphi (рисунок 2).

Программа позволяет исследовать влияние на силовые характеристики давления воздуха в шине, нагрузки, скорости движения, геометрических параметров неровности. В ходе работы программы на экран регулярно выводится схематичное изображение колеса, опорной поверхности и препятствия, а также, графики зависимости от времени декартовых составляющих силы сопротивления, приведенной к оси колеса. Программа применима для различных типов шин, для опорных поверхностей с различным типом рельефа и наличием препятствий.

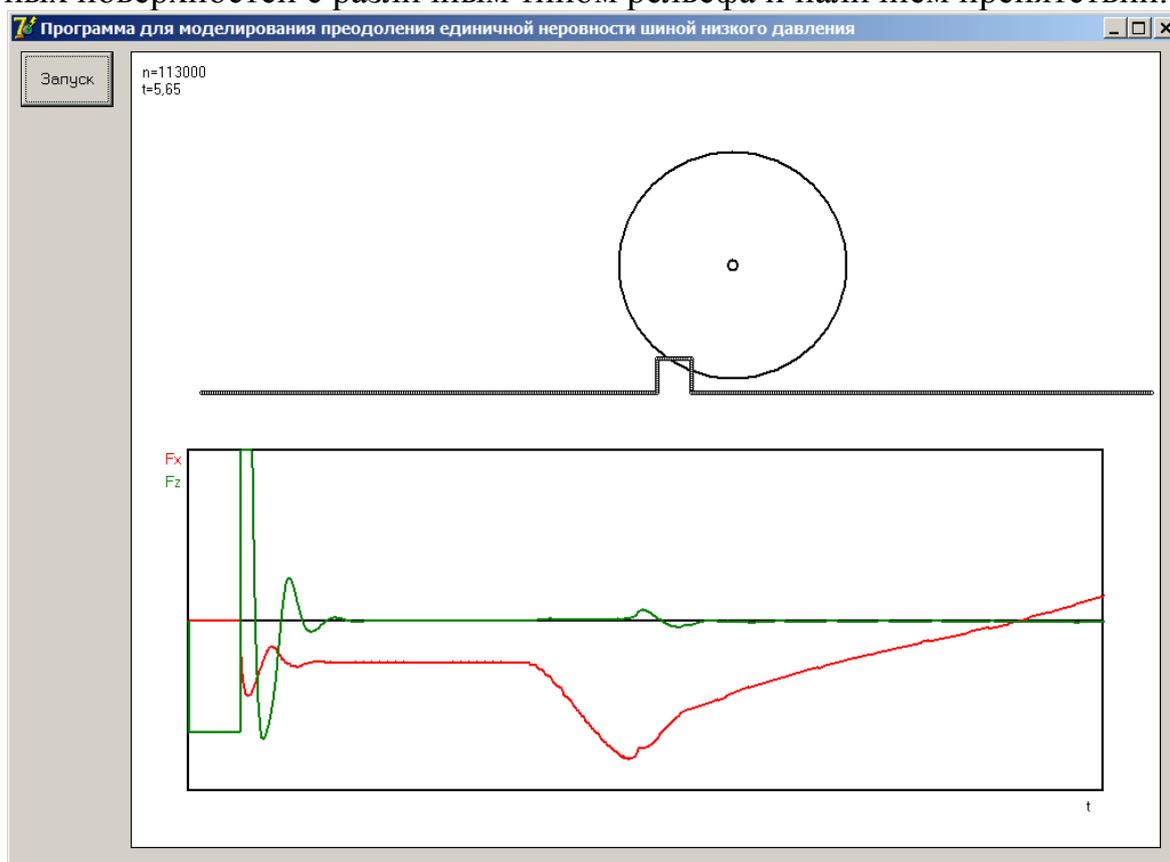


Рисунок 2 – Вывод на экран результатов моделирования в разработанной компьютерной программе

Таким образом, разработана достаточно адекватная модель преодоления единичной неровности широкопрофильной шиной низкого давления, позволяющая изучить влияние нагрузки на колесо, давления воздуха в шине, геометрических параметров единичной неровности на воспринимаемое шиной силовое воздействие.

#### Список литературы

- 1 Ротенберг, Р.В Подвеска автомобиля: Колебания и плавность хода [Текст]/ Р.В. Ротенберг. – М.: Машиностроение. – 1972. – 392 с.
2. Прядкин, В.И., Годжаев З.А. Моделирование взаимодействия высокоэластичной шины

с неровностью дороги [Текст]/ В.И. Прядкин, З.А. Годжаев //Тракторы и сельхозмашины. – 2014. - № 1. – С.16-18.

3. Прядкин, В.И. Проходимость колесных транспортно-технологических агрегатов лесного комплекса [Текст]/ В.И. Прядкин. – Воронеж, 2000. – 232 с.

4. Бычков, В.П. К вопросу об активизации инновационной деятельности на автомобильном транспорте [Текст]/В.П. Бычков, В.И. Прядкин //Автотранспортное предприятие. - 2014. - № 2. - С. 26-29.

5. Прядкин, В.И. Мобильные энергосредства сельскохозяйственного назначения на шинах сверхнизкого давления [Текст] : дис. на соиск. уч. степени д-ра. техн. наук: 05.2-.01 / В.И. Прядкин. - М., 2013. – 351 с.

6. Прядкин, В.И. Проходимость колесных транспортно-технологических агрегатов лесного комплекса [Текст]/ В.И. Прядкин. – Воронеж, 2000. – 232 с.

7. Поливаев, О. И. Привод ведущего колеса А. с. 1219420 СССР, МКИ В 60 К 17/32. [Текст] / О. И. Поливаев, А. Н. Беляев, В. И. Прядкин. - 1986.

8. Goncharenko, S.V.Elastic characteristics of ultralow-pressure tyres under different loading regimes. Part 1 : vertical and lateral loads [Text]/ S.V. Goncharenko, V.I Pryadkin // International Polymer Science and Technology. 2011. Т. 38. № 12. С. 24-26.

9. Мышкис, А. Д. Элементы теории математических моделей [Текст] / А. Д. Мышкис. 3-е изд., испр. – М.: КомКнига. - 2007. – 192 с.

10. Гулд Х., Тобочник Я. Компьютерное моделирование в физике. Ч. 2. – М.: Мир, 1990. – 400 с.

11. Хеерман, Д.В. Методы компьютерного эксперимента в теоретической физике. – М.: Наука, 1990. – 176 с.

© Прядкин В.И., Михин И.Ю., 2019

УДК 629.027

**Прядкин В.И.**

доктор техн. наук, профессор кафедры автомобилей и сервиса Воронежского государственного лесотехнического университета имени Г.Ф. Морозова, РФ (г. Воронеж)

**Федянин А.В.**

магистрант 2 курса автомобильного факультета Воронежского государственного лесотехнического университета имени Г.Ф. Морозова, РФ

Pryadkin V.I.

Doktor of technical sciences, professor, of cars and servise department, Voronezh State Foresty Enginieering University, Russian Federation

Fedyanin A.V.

2th master student of the Avtomotive Faculty, Voronezh State Foresty Enginieering University, Russian Federation

## **ОСОБЕННОСТИ КОНСТРУКЦИЙ СИДЕНИЙ ВОДИТЕЛЯ ГРУЗОВЫХ АВТОМОБИЛЕЙ**

### **DESIGN FEATURES OF THE DRIVER'S SEAT OF TRUCKS**

Ключевые слова: вибрация, сиденье водителя, подвеска, упругая характеристика сиденья, петля гистерезиса

Аннотация: В статье проведён анализ сидений водителя грузового автомобиля, применяемых в конструкциях грузовых автомобилей. Определены тенденции развития систем подпрессоривания

сидений грузовых автомобилей. Рассмотрены конструктивные параметры и возможности регулирования сидений водителя грузового автомобиля. Определено направление изучения упругодемпфирующих свойств пневматической подвески сиденья водителя грузового автомобиля в зависимости от дорожных условий и конструктивных параметров автомобиля. Представлена упругодемпфирующая характеристика подвески сиденья грузового автомобиля КАМАЗ-5490 при различных режимах настройки.

Keywords: vibration, drivers seat suspension, the elastic characteristics of the seat, hysteresis loop.

Summary: The article analyzes the seats of the truck driver used in the construction of trucks. The tendencies of development of systems of cushioning of the seats of trucks. The design parameters and the possibility of regulating the seats of the truck driver are considered. The direction of studying the elastic-damping properties of the air suspension of the driver's seat of a truck depending on the road conditions and structural parameters of the car is determined. The elastic-damping characteristic of the suspension of the KAMAZ-5490 truck seat is presented at different adjustment modes.

Требования к безопасности колесных транспортных средств ужесточаются с каждым годом, что подталкивает производителей автомобилей к поиску конструктивных решений по улучшению эксплуатационных и потребительских свойств автомобиля. Основными путями решения данной задачи является разработка принципиально новых узлов, агрегатов и деталей автомобиля или введение в конструкцию автомобиля систем адаптированной настройки этих узлов или агрегатов.

При проектировании автомобилей помимо требований к безопасности ставится и акцент на эргономику рабочего пространства водителя-оператора, одним из показателей которой является вибронегруженность водителя [1, 2].

Снижение вибронегруженности водителя грузового автомобиля является важным критерием в улучшении условий труда водителя и, как следствие повышении производительности автомобиля, и его безопасности. Это обусловлено тем, что при выполнении транспортных работ грузовой автомобиль подвергается воздействию неровностей опорной поверхности под колесными движителями, вибрация от которых впоследствии передается на элементы конструкции автомобиля и на водителя в виде производственной вибрации [1].

Для оценки влияния воздействия вибрации на водителя грузового автомобиля применяются качественные и количественные критерии. К качественным критериям относят:

- критерий «безопасность»;
- критерий «комфорт».

К количественным критериям, характеризующим вибрацию относятся [1]:

- частота колебаний (Гц);
- амплитуда колебаний (м);
- скорость вибрации (м/с).
- ускорение вибрации,  $a$  (м/с<sup>2</sup>).

В настоящее время наиболее эффективным методом снижения уровня вибронегруженности водителя является применение в конструкции сидений упругих подвесок [2].

Современные сиденья, оборудованные системами поддрессоривания, в

частности водительские должны выполнять следующие функции:

1) Обеспечивать правильное положение водителя независимо от анатомических особенностей строения тела.

2) Повышать комфортабельность при длительном использовании.

3) Предотвращает жесткие ощущения в период движения транспортного средства по неровной местности.

4) Снижать утомляемость специалиста в период длительной поездки.

В настоящее время существуют различные виды подвесок сидений водителя грузовых автомобилей, но все они подразделяются на две большие группы: механические (рис. 1) и пневматические (рис. 2).

Основной недостаток механических систем поддрессоривания сидений грузовых автомобилей (рис. 1) заключается в невозможности эффективной фильтрации низкочастотных колебаний, особенно в резонансной зоне при сплошном спектре возмущений, поступающих от пола кабины.

Ввиду этого многие производители грузовых автомобилей применяют в качестве подвески сиденья водителя пневматическую. Это обусловлено тем, что по сравнению с механическими системами данная система поддрессоривания обладает следующими преимуществами:

- нелинейность упругодемпфирующей характеристики;
- малая металлоемкость;
- удобное регулирование положения, грузоподъемности и жесткости путем изменения давления воздуха в рабочей камере пневматического элемента;
- высокие шумоизолирующие свойства.



Рисунок 1 – Механическая подвеска сиденья грузового автомобиля



Рисунок 2 – Пневматическая подвеска сиденья грузового автомобиля

На сегодняшний момент на рынке сидений с пневматической подвеской для водителей и пассажиров различной автомобильной техники представлено немало крупных производителей (табл. 1), таких как Grammer (Германия), ISRI (Германия); PILOT (Турция), Sibeko (Россия), TIS (Россия), РИАТ (Россия).

Таблица 1 – Производители пневматических сидений для грузовых автомобилей

Производство	Модель	Применяемость	Примечание
Grammer (Германия)	ROATIGER  KINGMAN	MAN, VOLVO, DAF, SCANIA, MERCEDES, КАМАЗ	с адаптивной пневматической подвеской и комплексом регулировок  с пневматической подвеской
ISRI (Германия)	Static Basic Medium  Luxury	спецтехника IVECO, RENAULT SCANIA, DAF, MERCEDES, VOLVO	без подвески с механической подвеской с пневматической подвеской с адаптивной пневматической подвеской и комплексом регулировок
PILOT (Турция)	XTREME SUPREME SUPREME KMZ P1098 P 405	MAN, RENAULT  MAN, RENAULT, DAF  MAN  MAN	все представленные сиденья имеют пневматическую подвеску с большим количеством регулировок.
TIS (РФ)	C-0122 C-0712 C-3122 C-3222 C-0322 C-0222 C-4604 C-06-04	КАМАЗ, МАЗ, УРАЛ, ГАЗ, MAN  спецтехника спецтехника	сиденья водителя, с системой амортизации, регулируемое по высоте, углу наклона спинки, в продольном направлении, а также в зависимости от массы водителя.
	без подвески		
Sibeko (РФ)	S 45	МАЗ, КАМАЗ,	с пневматической подвеской
РИАТ (РФ)	ВП 5490 ВП 6520 ВП 53205 P 53205	КАМАЗ, НЕФАЗ	пневматическая подвеска
	механическая подвеска		

Принцип построения пневматической подвески у представленных в таблице 1 производителей довольно схож. В общем случае она состоит из следующих элементов:

- остов;
- специализированная, жесткая горизонтальная подушка;
- вертикальная подушка, соединенная при помощи шарниров с боковым кронштейном;
- рычажная подвеска;
- упругий элемент;
- механизм регулировки положения;
- специализированный механизм с фиксатором для регулировки высоты кресла;
- регулируемый гидравлический амортизатор.

На рисунке 3 подробно представлена модель рычажной пневматической подвески сиденья Sibeko S45 [3].

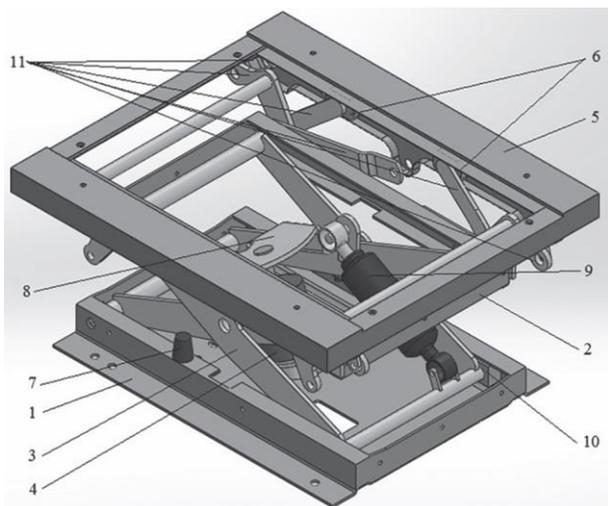


Рисунок 3 – Система поддрессирования сиденья Sibeko

- 1 – основание (остов);
- 2 – средняя рама;
- 3 – рычажная система «ножницы»
- 4 – пневматический упругий элемент;
- 5 – верхняя рама;
- 6 – ползуны механизма регулировки;
- 7 – ограничитель хода;
- 8 – кронштейн;
- 9 – амортизатор;
- 10 – ползун направляющего механизма;
- 11 – система рычагов регулировки

Регулирование положения, жесткости, а также других параметров сиденья осуществляется с помощью специальных органов управления. Рассмотрим основные конструктивные параметры и органы управления сиденья Grammer (рис. 4), устанавливаемого на магистральные седельные тягачи КАМАЗ 5490.



Рисунок 4 – Конструктивные особенности сиденья водителя КАМАЗ 5490

- 1 – Ремень безопасности;
- 2 – Рычаг регулировки спинки сиденья;
- 3 – клавиша включения обогрева сиденья;
- 4 – клавиша регулировки боковой поддержки;
- 5 – клавиша регулировки глубины поясничного упора;
- 6 – рычаг включения режима быстрого опускания сиденья;
- 7 – рычаг регулировки высоты сиденья;
- 8 – рычаг регулировки жесткости сиденья;
- 9 – рычаг угла наклона подушки сиденья;
- 10 – рычаг регулировки продольного положения сиденья;
- 11 – Рычаг регулировки глубины подушки
- 12 – Замок ремня

Регулировка угла наклона спинки сиденья осуществляется с помощью перемещения рычага 2. При поднятии рычага спинка снимается с фиксатора и наклоняется вперед под действием пружины, перемещение спинки в обратную сторону осуществляется с помощью прикладываемого водителем усилия. Обогрев сиденья включается клавишей 3. Для регулировки боковой поддержки предназначена клавиша 4. Глубина поясничного упора регулируется клавишей 5.

Для удобства посадки/высадки данное сиденье оборудовано системой быстрого опускания, которая управляется рычагом 6. При этом при отключении режима быстрого опускания сиденье возвращается в настроенное с помощью рычага 7 по высоте положение. Регулировка жесткости подвески сиденья осуществляется с помощью рычага 8. Пневматическая подвеска сиденья данного

автомобиля имеет 3 фиксированных положения жесткости. Угол наклона подушки сиденья регулируется с помощью рычага 9. Для регулировки продольного положения сиденья предназначен рычаг 10.

С точки зрения снижения вибронегруженности водителя грузового автомобиля важной настройкой в данной конструкции является регулировка жесткости подвески сиденья [12]. В ходе проведения натурных экспериментов получена упругодемпфирующая характеристика сиденья водителя грузового автомобиля КАМАЗ-5490 при различных режимах настройки жесткости сиденья. Фрагмент испытаний представлен на рисунке 5.

Натурные испытания упругодемпфирующей характеристика сиденья водителя автомобиля КАМАЗ-5490 проводились с целью с целью уточнения параметров объекта исследования и определения входных параметров подвески сиденья.

Проведение оценки упругой характеристики системы подрессоривания сиденья водителя осуществлялось согласно следующему плану:

- нагружение и разгрузка подвески сиденья водителя осуществлялось непрерывно;
- шаг нагружения  $\Delta F_H = 5$  кг в пределах варьирования от 0 до 120 кг;
- регистрация прогиба осуществлялась с помощью измерительной рулетки;
- снятие упругой характеристики подвески сиденья водителя осуществлялось при трех возможных режимах регулировки жесткости сиденья.

На рисунке 6 представлена упруго-демпфирующая характеристика подвески сиденья водителя автомобиля КАМАЗ-5490 при различных режимах настройки.

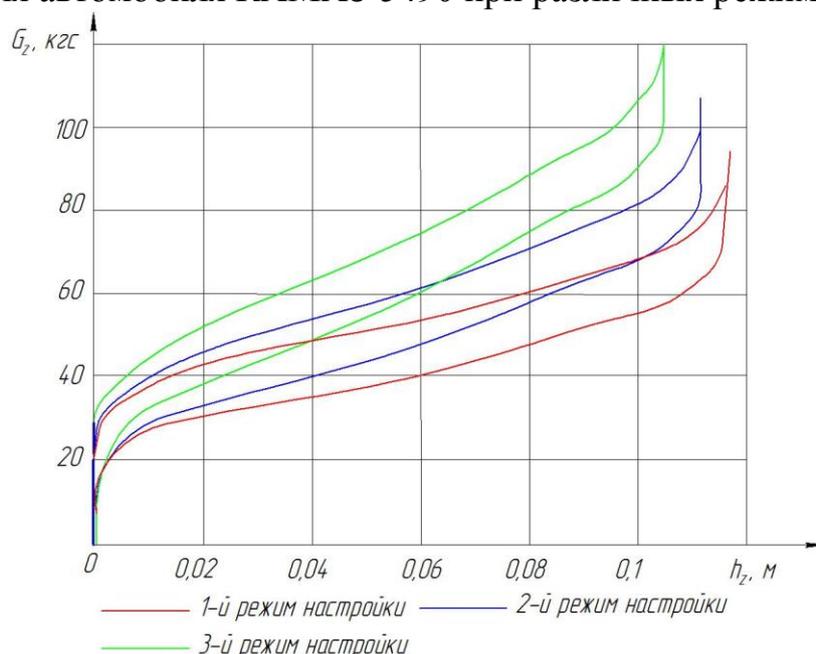


Рисунок 6 – Упругодемпфирующая статическая характеристика подвески сиденья автомобиля КАМАЗ-5490

Из рисунка 6 видно, что жесткость сиденья при изменении настроек подвески изменяется достаточно сильно. Однако неясно каким образом должна регулироваться подвеска в зависимости от конструктивных параметров автомобиля и условий эксплуатации.

Очевидно, что помимо изменяемых условий эксплуатации при настройке

сиденья следует учитывать также и компоновку автомобиля, так как все представленные на рынке сиденья для грузовых автомобилей обладают универсальной конструкцией [4].

На основании чего считаем актуальной задачей разработку методики оптимизации параметров сиденья путем изменения жесткости как в зависимости от дорожных условий, так и в зависимости от типа автомобиля [5].

## ВЫВОДЫ

1. Рассмотрение особенностей воздействия вибрации на организм человека при выполнении транспортных работ позволило определить, что в настоящее время наиболее эффективным методом снижения уровня вибронегативности водителя грузового автомобиля является применение в конструкции сидений упругих подвесок.

2. Проведенный анализ сидений водителя грузового автомобиля, применяемых в конструкциях грузовых автомобилей позволил определить основные конструктивные особенности систем поддрессоривания сидений.

3. На основании данного анализа определено, что большинство современных грузовых автомобилей оснащаются сиденьями с пневматическим поддрессориванием.

4. Рассмотрены и проанализированы конструктивные параметры и характеристики сидений различных производителей. На основании чего выявлено, что сиденья всех производителей представляют универсальные конструкции, которые можно устанавливать на автомобили различных марок и моделей.

4. На примере сиденья Grammer, устанавливаемого на грузовой автомобиль КАМАЗ 5490 рассмотрены конструктивные параметры и возможности регулирования сиденья.

5. В результате проведения натурных экспериментов получена упругодемпфирующая характеристика сиденья водителя грузового автомобиля КАМАЗ-5490 при различных режимах настройки жесткости упругого элемента.

## Список литературы

1 ГОСТ 12.1.012-90. Система стандартов безопасности труда. Вибрационная безопасность. Общие требования [Текст]. Введ. 1991-07-01. – М. : ФГУП «Стандаргинформ», 2006. – 31 с.

2 Прядкин М. В. Экспериментальная оценка вибрационных характеристик МЭС-942 [Текст] М. В. Прядкин, В.И. Прядкин // Альтернативные источники энергии в транспортно-технологическом комплексе: проблемы и перспективы рационального использования. – 2016. – № 1. – С. 278-280.

3 Прядкин В.И Моделирование взаимодействия высокоэластичной шины с неровностью дороги [Текст] В.И. Прядкин, З.А. Годжаев //Тракторы и сельхозмашины, 2014, №1. -С. 16-18.

4 Годжаев З.А. Влияние давления в высокоэластичной шине на тяговые свойства колеса [Текст] З.А. Годжаев, А.Ю. Измайлов, В.И. Прядкин //Автомобильная промышленность. 2015, №2. С. 9-12.

5 Бычков В.П. К вопросу инновационной деятельности на автомобильном транспорте [Текст] В.П. Бычков, В.И. Прядкин /Автотранспортное предприятие. 2014, №2 -С.26-29.

© Прядкин В.И., Федянин А.В. 2019

УДК 629.11.011.5

**Рукавицын П.С.**

курсант ФГКВОУ ВПО «Военный учебно-научный центр Военно-воздушных сил «Военно-воздушная академия им. проф. Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина» г. Воронеж, РФ

**Кухаренко С.П.**

доцент, кандидат технических наук кафедры общепрофессиональных дисциплин военно-воздушной академии им. проф. Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина (г. Воронеж)

Rukavicin P.S.

cadet Military educational-scientific center of air force «The air force academy named after professor N.E. Zhukovsky and Y.A. Gagarin» (Voronezh), Russian Federation

Kukharenko S.P.

Associate Professor of Subdepartment of General Professional Disciplines of the Air Forces' MESCS «Air Forces Academy named after Professor N.Ye. Zhukovsky and Yu.A Gagarin», Cand. Sc. (Tech.), Associate Professor

## **МЕТОДЫ ОЦЕНКИ ПРОЧНОСТИ КУЗОВОЙ ЧАСТИ СОВРЕМЕННОГО АВТОМОБИЛЯ**

### **METHODS OF A RATING OF DURABILITY IS OFTEN BODIES OF THE MODERN AUTOMOBILE**

Ключевые слова: кинетическая энергия, деформация, масса, наезд, барьер, взаимодействие, жесткие массы, конечный элемент, балка-стенка, вертикальная стойка, пластины, критическое напряжение, ребро жесткости.

Аннотация: в статье рассматриваются вопросы проектирования частей кузовов современных автомобилей с учетом современных требований прочности, надежности и эргономики, направленных на повышение безопасности автомобиля.

Keywords: kinetic energy, strain, mass, tripping-over, barrier, interaction, rigid masses, finite element, girder - wall, vertical rack, plates, critical stress, edge of a rigidity..

Summary: in a paper the questions of projection of parts of bodies of modern automobiles are considered in view of the modern requirements of durability, reliability and ergonomics directed on a heightening to safety of the automobile

Основной целью мероприятий, направленных на повышение безопасности автомобиля, наряду с сохранением пространства выживания и работоспособности дверей, является уменьшение пиковых значений замедлений при ударе [1, 2]. Это в сильной степени зависит от деформируемости каркаса передней части автомобиля. Освобождающаяся при ударе кинетическая энергия должна расходоваться на деформацию остальной части автомобиля в течение возможно большего времени, для наибольшего замедления автомобиля, причем последнее ограничивается максимально допустимой деформацией.

При столкновении двух автомобилей энергию, поглощаемую каждым автомобилем, оценить очень трудно. Процесс расхода энергии в этом случае рассматривается поэтапно. В случае наезда автомобиля на неподвижный барьер

его кинетическая энергия (Дж) определяется формулой:

$$\Delta E = 0,5 \cdot (M \cdot v_0^2),$$

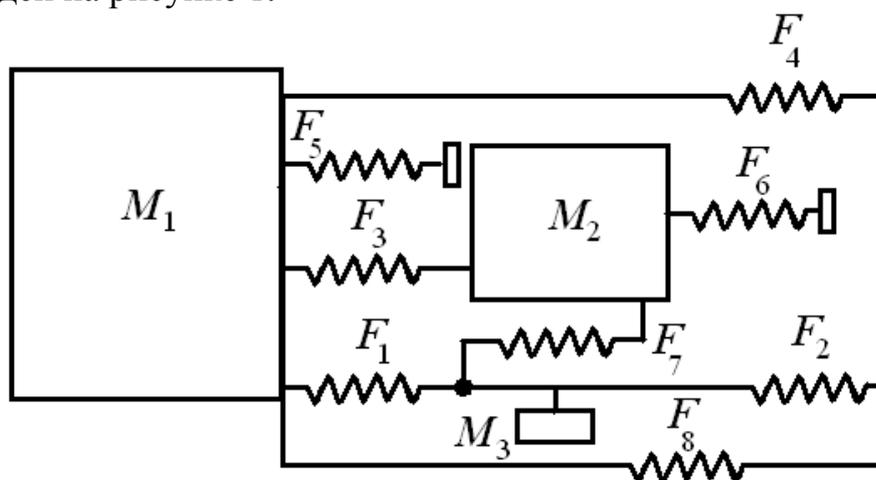
где  $M$  – масса автомобиля;  $v_0$  – скорость автомобиля при столкновении. Поглощенная автомобилем энергия, преобразуется в кинетическую энергию отдельных частей автомобиля, представленную энергией упругой деформации и энергией пластической деформации (работа по изменению формы). Математически это выражается следующим образом:

$$\Delta E = 0,5 \cdot (M \cdot v_0^2) = \Sigma \Delta E_{кинет} + \Sigma (\Delta E_{упр} + \Delta E_{пласт}),$$

$$\Delta E = \Sigma \frac{M_i}{2} v_i^2 + \Sigma \left( \frac{c_i}{2} f_i^2 + \frac{l_i}{2} F_i \right),$$

где  $M_i$  – масса отдельных частей автомобиля, кг;  $v_i$  – начальная скорость отдельных частей автомобиля, м/с;  $c_i$  – жесткость упругого элемента, Н/м;  $f_i$  – упругий ход отдельных масс, м;  $l_i$  – деформация отдельных элементов, м;  $F_i$  – деформирующая сила, действующая на отдельные элементы, Н.

Указанные выше величины энергии отдельных частей автомобиля вычислить очень сложно в связи со сложностью структуры кузова. Поэтому структуру кузова расчленяют на отдельные относительно жесткие массы, которые при деформации кузова упруго взаимодействуют. Пример такой математической модели приведен на рисунке 1.



$M_1$  - масса кузова;  $M_2$  - масса двигателя;  $M_3$  - масса передней подвески;  $F_1$  -  $F_8$  - деформируемые элементы

Рисунок 1 - Математическая модель деформации кузова при фронтальном ударе:

Из рисунка видно, что отдельные узлы соединены между собой деформируемыми звеньями (например, подвеска двигателя, опора подвески) или сами узлы являются пластически деформируемыми (например, рама, капот), или деформирующимися после превышения определенных величин перемещений (например, радиатор, щиток передка). Отдельные составляющие деформации получены при статическом сжатии кузова на экспериментальном стенде и представлены кривой зависимости силы от деформации [3], на рисунке 2

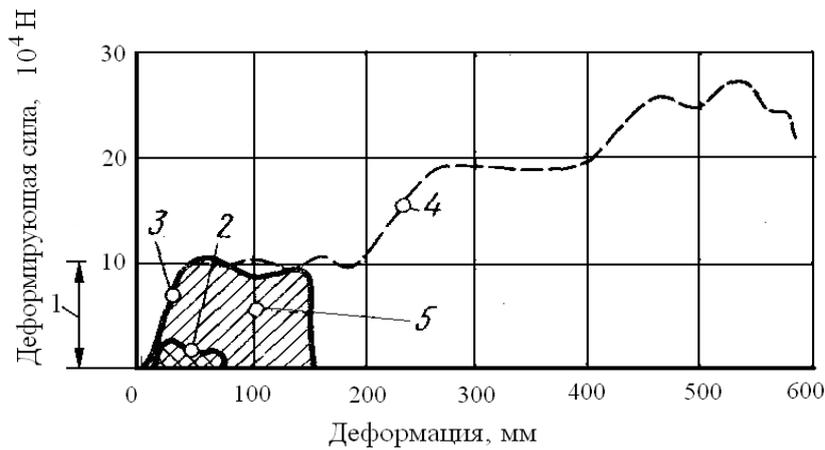


Рисунок 2 - Процессы изменения деформирующих сил при фронтальном ударе (один из возможных вариантов).

Современные крупные автомобильные фирмы (Opel, BMW) выполняют расчет кузова по методу конечных элементов (МКЭ), как наиболее удобному для автоматизации процессов проектирования. На этом этапе конструкцию разбивают на простые элементы (треугольники – метод МКЭ, или стержни).

Рассмотрим методику расчета кузова по методу конечных элементов на примере тонкостенной панели кузовной части армейского автомобиля по схеме балка-стенка. В выделенной на рисунке 3, а балке-стенке, работающей на сдвиг и представляющей собой боковую панель кузова фургона коробчатой конструкции, нагруженной сосредоточенной силой  $2S$ , в конце концов может произойти сморщивание даже при ограниченном значении силы  $S$ . Это явление приводит к образованию диагональных полос растяжения.

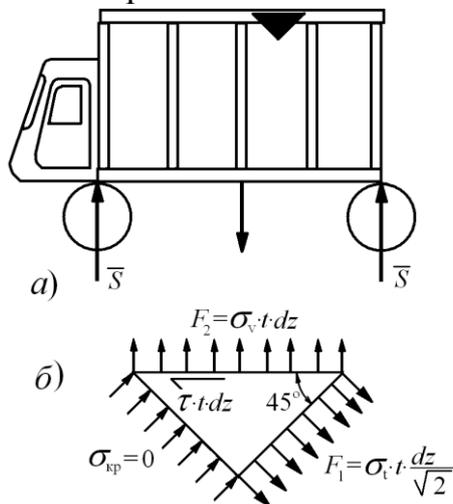


Рисунок 3 - Силы, действующие на треугольный элемент (конечный элемент) панели при сдвиге.

Если принять, что срединная поверхность балки-стенки работает на сдвиг, то можно считать, что в панели происходит чистый сдвиг под действием силы, создающей касательное напряжение  $\tau$ . Условия равновесия выделенного на панели треугольного элемента можно рассмотреть по рисунку 3, б. При толщине стенки  $t$  условия имеют вид:

$$-\tau \cdot t \cdot dz + \sigma_t \frac{t \cdot dz}{\sqrt{2}} \cdot \frac{1}{\sqrt{2}} = 0,$$

$$\sigma_v \cdot t \cdot dz - \sigma_t \frac{t \cdot dz}{\sqrt{2}} \cdot \frac{1}{\sqrt{2}} = 0.$$

Отсюда следует, что  $\sigma_t = 2\tau$  и  $\sigma_v = \tau$ . Если панель соединена точечным сварным швом с верхним и нижним бортовыми элементами при расстоянии  $h$  между верхним и нижним рядом точечных швов, то:

$$\tau = \frac{S}{h \cdot t}$$

и точечные швы оказываются нагруженными вертикальной и горизонтальной составляющими, равными  $\tau \cdot t \cdot dz$ . Тогда на участок длиной  $dz$  приходится результирующая нагрузка  $\sqrt{2} \cdot \tau \cdot t \cdot dz$ . Следовательно, нагрузка, приходящаяся на единицу длины сварного точечного шва, составит:

$$1,41 \frac{S}{h}.$$

Что касается вертикальных стоек, усиливающих панель помимо бортовых элементов, то каждая из таких стоек, расположенных с шагом  $d$ , воспринимает сжимающую силу:

$$F_3 = F_1 \cdot \sin 45^\circ = \frac{1}{\sqrt{2}} \cdot \frac{1}{\sqrt{2}} \cdot \sigma_t \cdot dt = \sigma_t \cdot \frac{dt}{2} = \frac{S \cdot d}{h}$$

Для определения критического напряжения в стойке, имеющей U-образное или Z-образное сечения, предлагается формула, полученная с учетом потери устойчивости как пластиной, так и стержнями:

$$\sigma_{кр} = K_\omega \frac{\pi^2 \cdot E}{12 \cdot (1 - \mu^2)} \cdot \left(\frac{t}{b}\right)^2,$$

где  $E$  и  $\nu$  – соответственно модуль упругости и коэффициент Пуассона,  $K_\omega$  – коэффициент критических напряжений, полученный на основании кривых, построенных по методике Дж. Фентона (Англия) [4] и показанных на рисунке 4.

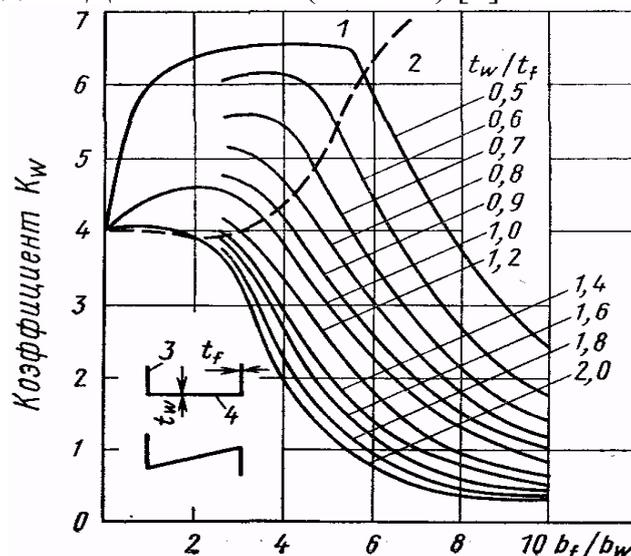
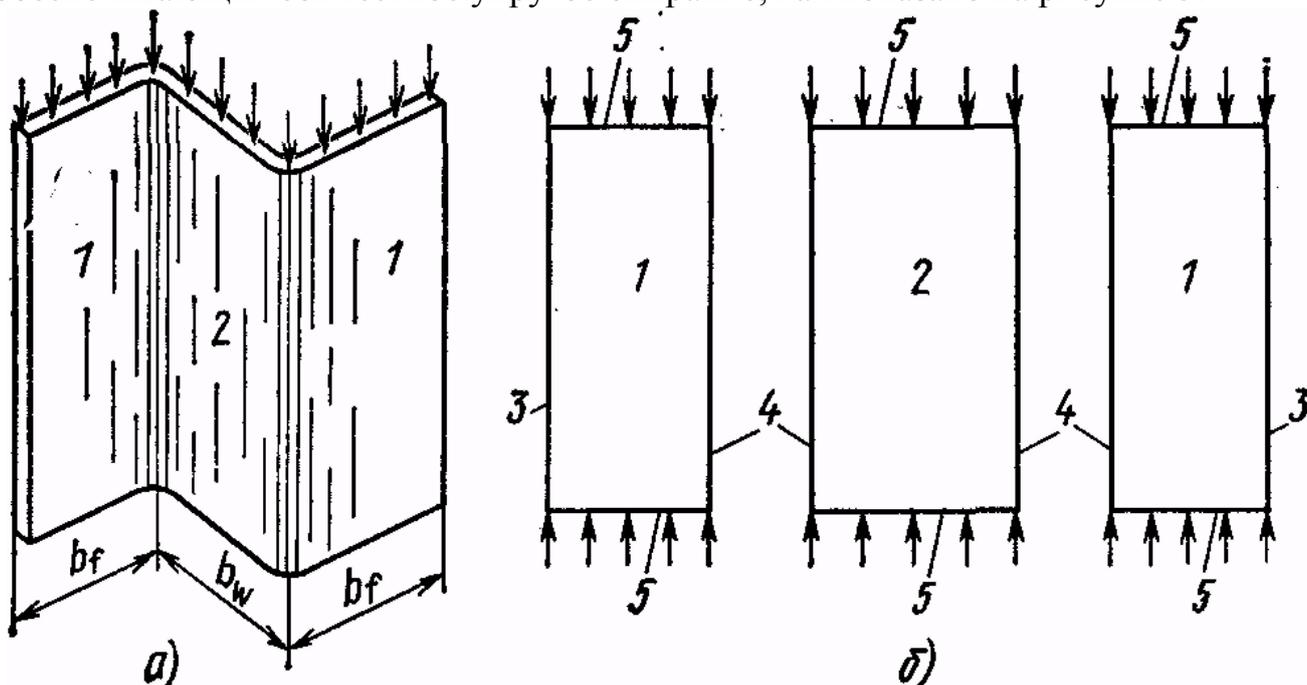


Рисунок 4 – Коэффициенты критических напряжений для профилей, U- или Z-образной формы.

U-образные и Z-образные сечения можно рассматривать как набор пластин, обеспечивающих совместное упругое опирание, как показано на рисунке 5.



а – целый элемент; б – деление Z-образного профиля на полки и стенку; 1 – полка; 2 – стенка; 3 – свободный край; 4 – упругоделанный край; 5 – шарнирно-опертый край

Рисунок 5 – Схематическое представление элементов, имеющих U- и Z-образное сечения.

Для различных отношений  $b/t$  можно, пользуясь рисунком 5, найти коэффициент критических напряжений  $K_w$ .

Вывод. Полученную формулу критического напряжения можно использовать для определения продольной несущей способности вертикальных ребер жесткости, если поперечное сечение ребра жесткости схематично представить в Z-образной форме с соответствующими значениями  $t$  и  $b$ .

#### Список литературы

1. Регламентация активной и пассивной безопасности автотранспортных средств/ А. И. Рябчинский, Б. В. Кисуленко, Т. Э. Морозова.-М.:Издательский центр «Академия», 2006.- 462 с.
2. Современные системы конструктивной безопасности автомобилей/ Ю. Ю. Покровский, К. С. Ремнев, И. С. Степанов, В. В. Ломакин. - Тула.: Издательство ТулГУ, 2007. - 163 с.
3. Leonardi P.M. Car Crashes without Cars: Lessons about Simulation Technology and Organizational Change from Automotive Design The MIT Press, Cambridge, Massachusetts, London, England, 2012. X, 334 p.
4. Фентон Дж. Несущий каркас кузова автомобиля и его расчет. Пер. с англ. К.Г. Бромштейна. Под ред. чл. кор. АН СССР Э.И. Григолюка. – М.: Машиностроение, 1984, 200 с.

© Рукавицын П.С., Кухаренко С.П., 2019

УДК 630\*4

**Сапожков А.Ю.**

студент механического факультета  
ФГБОУ ВО ВГЛТУ им. Г.Ф.  
Морозова (г. Воронеж)

**Шаталова А.В.**

студентка механического факультета  
ФГБОУ ВО ВГЛТУ им. Г.Ф.  
Морозова (г. Воронеж)

**Зимарин С.В.**

к.т.н., доцент кафедры механизации  
лесного хозяйства и проектирования  
машин ФГБОУ ВО ВГЛТУ им. Г.Ф.  
Морозова (г. Воронеж)

**Четверикова И.В.**

к.т.н., доцент кафедры механизации  
лесного хозяйства и проектирования  
машин ФГБОУ ВО ВГЛТУ им. Г.Ф.  
Морозова (г. Воронеж)

Sapozhkov A.Y.

student of the Mechanical Faculty,  
Voronezh State Forestry Engineering  
University of G.F. Morozov (Voronezh)

Shatalova A.V.

student of the Mechanical Faculty,  
Voronezh State Forestry Engineering  
University of G.F. Morozov (Voronezh)

S.V. Zimarin

PhD in Engineering, Associate Professor  
of mechanization forestry and machine  
design Federal State Budget Education  
Institution of Higher Education, Voronezh  
State Forestry Engineering University of  
G.F. Morozov (Voronezh)

I.V. Chetverikova

PhD in Engineering, Associate Professor  
of mechanization forestry and machine  
design Federal State Budget Education  
Institution of Higher Education, Voronezh  
State Forestry Engineering University of  
G.F. Morozov (Voronezh)

## **ОСНАЩЕНИЕ МЕЛКОГАБАРИТНОГО ТРАНСПОРТА СОВРЕМЕННОЙ РАЗВЕДОВАТЕЛЬНО-ДОЗОРНОЙ ТЕХНИКОЙ ДЛЯ ВС РФ**

### **EQUIPMENT SMALL TRANSPORT MODERN SCOUTING AND PATROL EQUIPMENT FOR THE ARMED FORCES**

Ключевые слова: аэростат; силы специальных операций (ССО); вооруженные силы (ВС).

Аннотация: В статье приведен анализ применения аэростатов в российской армии и за рубежом. Предложена перспективная концепция разведовательно-дозорного комплекса, способная обеспечить оперативный сбор разведывательной информации и дозорные функции рейдовых групп.

Keywords: balloon; special operations forces (MTR); armed forces (AF).

Summary: The article analyzes the use of balloons in the Russian army and abroad. A promising concept of the reconnaissance and patrol complex, capable of providing operational intelligence gathering and patrol functions of RAID groups.

В настоящее время лидером в разработке воздухоплавательной техники являются США. Ими используется система PTDS – Persistent Threat Detection System (объем оболочки аэростата более 2100 м<sup>3</sup>), которая обеспечивает в режиме реального времени в любых условиях круглосуточную ситуационную осведомленность подразделений, и её облегченная версия PGSS – Persistent Ground

Surveillance Systems (объем оболочки 700 м<sup>3</sup>, полезная нагрузка до 70 кг). Аэростатные разведывательно-дозорные комплексы (АРДК) PTDS и PGSS оснащаются средствами оптоэлектронной и звукометрической разведки, и ретрансляторами связи.

ВВС США применяют систему радиолокационного наблюдения TARS – Tethered Aerostat Radar System, в основе которой лежит привязной аэростат (объем – 11 900 м<sup>3</sup>, высота подъема до 4 500 м, масса полезной нагрузки – до 550 кг). Американские военные также применяют систему REAP – Rapidly Elevation Aerostat Platform, способную оперативно развертываться за время не более 5 минут. Данная система устанавливается на автомобиле «Хамви» и включает в себя: привязной аэростат (объем 73,62 м<sup>3</sup>, длина 14,84 м), обеспечивающий подъем полезной нагрузки до 16 кг на высоту до 100 м и оптико-электронный комплекс наблюдения, состоящий из видеокамеры 1LS Mk1 дневной и ночной съемки и инфракрасной разведывательной аппаратуры IR 250 (способна обнаружить цель на удалении в 35 км на максимальной высоте подъема).

В России началось промышленное производство нового поколения материалов для оболочек аэростатов, проводятся испытания воздухоплавательного комплекса для ВКС, ряд образцов перспективной техники выходят на этап финальной разработки – привязной аэростат «Дозор» и беспилотный дирижабль ДП-29. Разработан привязной малогабаритный аэростат (длина - 11м, объем оболочки - 80 м<sup>3</sup>, масса – не более 42 кг), способный поднимать на высоту 300 м нагрузку массой 20 кг [1].

Главными преимуществами применения аэростатов перед пилотируемыми и беспилотными разведывательными летательными аппаратами эксперты считают: на порядок большую грузоподъемность; низкую стоимость эксплуатации и обслуживания, по причине, отсутствия двигателей; невидимость для РЛС, так как оболочка аэростата не отражает лучи локатора и малую заметность для тепловизоров (отсутствуют тепловыделяющие элементы конструкции). Основные недостатки – относительно малая площадь обзора и недостаточная выживаемость в борьбе с высокотехнологичным противником, обладающим современной системой ПВО.

Исходя из вышеуказанных достоинств аэростатов, для сбора оперативной информации и обеспечения дозорных функции во время отдыха диверсионно-разведывательной группы (ДРГ), предлагается технику данных подразделений [2, 3] оснастить АРДК энергосберегающим гидроприводом механизма подъема [4]. На АРДК устанавливать в зависимости от конкретной задачи различное разведывательно-обзорное оборудование – оптико-электронное, тепловизионное, звукометрическое и т.д. Дальность обнаружения современных тепловизоров достигает 40 км; приборов ночного видения – до 3 км; телевизионной аппаратуры – днем на дальностях до 6 км, в сумерках – 1,5...2 км; лазерной аппаратуры разведки – до 30 км; звуковой разведки – до 18 км [5].

Таким образом, можно обосновать рациональную высоту подъема предлагаемого АРДК в условиях лесной и лесостепной зоны, обеспечивающую скрытность ДРГ и сбор разведывательной информации. Данная высота обеспечит

прямую видимость горизонта до 40 и 20 км соответственно. При высоте подъема не более 30 м аэростат будет скрыт кронами деревьев первой величины (хвойные породы – ель обыкновенная, лиственница сибирская, пихта кавказская, сосна обыкновенная; лиственные – берёза бородавчатая, бук, дуб черешчатый, клен остролистный, липа крупнолистная, ольха, тополь белый, ясень обыкновенный), обычно деревья первой величины имеют широкую (более 10 м в диаметре) крону. Из изложенного выше следует, что основным демаскирующим моментом является лишь оптическая видимость аэростата, следовательно, соблюдая указанную высоту подъем в 30 м, ДРГ будет укрыта в густом лесу ото всех возможных способов ее обнаружения (включая воздушную разведку), при этом сама сможет вести постоянный мониторинг окружающего пространства.

Исходя из высоты подъема в 30 м, определим минимальные массогабаритные параметры АРДК.

$$m_{\text{аэр}} = V_{\text{аэр}}(\rho_{\text{в}} - \rho_{\text{г}}), \quad (1)$$

где  $m_{\text{аэр}}$  – масса аэростата,  $V_{\text{аэр}}$  – объем аэростата,  $\rho_{\text{в}}$  – плотность воздуха на высоте 30 м (1,122 кг/м<sup>3</sup>),  $\rho_{\text{г}}$  – плотность гелия (0,179 кг/м<sup>3</sup>).

$$m_{\text{аэр}} = m_{\text{об}} + m_{\text{н}} + m_{\text{п}}, \quad (2)$$

где  $m_{\text{об}}$  – масса оболочки аэростата,  $m_{\text{н}}$  – масса удерживающей аэростат нити,  $m_{\text{п}}$  – масса полезной нагрузки.

$$m_{\text{об}} = S_{\text{об}} \cdot \rho_{\text{об}}, \quad (3)$$

где  $S_{\text{об}}$  – площадь оболочки аэростата,  $\rho_{\text{об}}$  – поверхностная плотность оболочки аэростата (0,7...0,9 кг/м<sup>2</sup>).

$$m_{\text{н}} = l \cdot m_{\text{н}}, \quad (4)$$

где  $l$  – длина нити, м,  $m_{\text{н}}$  – масса погонного метра нити (0,013 кг/м).

Отсюда

$$m_{\text{п}} = 4\pi R^2 \cdot (0,314R - 0,075) - 0,39 \quad (5)$$

Полученное выражение (5) позволяет обосновать размеры аэростата в зависимости от стандартной полезной нагрузки.

Собирая пакет стандартных малогабаритных аэростатов, появляется возможность поднимать любую требуемую полезную нагрузку на необходимую высоту, в том числе, оснащать ДРГ ударными комплексами, например, такими как: ракетные комплексы с воздушным стартом «Атака» – масса в транспортно-пусковом контейнере 49,5 кг, дальность поражения до 6 км; «Вихрь» – соответственно 60 кг, до 10 км; «Гермес» – соответственно 110 кг, до 20 км.

### Список литературы

1. Аэростатный комплекс «Макс» [Эл. ресурс]/ <http://www.dkba.ru/projects/aerostatic-complex-maks>
2. Зимарин, С.В. Новая техника для ССО ВС РФ [Текст]/ Зимарин С.В., Остросаблин А.О.// Воронежский научно-технический Вестник. - 2016. Т. 4. № 4 (18). С. 9-11.
3. Бочаров, А.О. 3D-моделирование новой конструкции квадроцикла для вооруженных сил Российской Федерации [Текст]/ Бочаров А.О., Шаталова А. В., Зимарин С.В., Четверикова И.В.//Современные проблемы естествознания. Инженерный анализ объектов обеспечения авиации сборник материалов IV Международной научно-практической конференции курсантов

и слушателей "Молодежные чтения, посвященные памяти Ю. А. Гагарина". Министерство обороны Российской Федерации, Военный учебно-научный центр военно-воздушных сил "Военно-Воздушная Академия имени профессора Н. Е. Жуковского и Ю. А. Гагарина". – 2017. С. 50-53.

4. Попиков, П.И. Оптимизация параметров энергосберегающего гидропривода механизма поворота манипулятора лесной машины [Текст]/ Попиков П.И., Бухтояров Л.Д., Клубничкин В.Е. // Лесотехнический журнал.– Воронеж, 2015. Т. 5. № 4 (20). С. 215-223.

5. Общие сведения о разведывательных средствах [Эл. ресурс]/ [https://studopedia.ru/18\\_70527\\_obshchie-svedeniya-o-razvedivatelnih-sredstvah.html](https://studopedia.ru/18_70527_obshchie-svedeniya-o-razvedivatelnih-sredstvah.html)

© Сапожков А.Ю., Шаталова А.В., Зимарин С.В., Четверикова И.В., 2019

УДК 630\*31

**Свиридов В.Г.**

Sviridov V.G.

старший преподаватель, кандидат технических наук, кафедра «Метрологии и метрологического обеспечения вооружения и военной техники» ФГКВОУ ВПО Военный учебно-научный центр Военно-воздушных сил Военно-воздушная академия им. проф. Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина г. Воронеж, РФ

Senior Lecturer, Candidate of Technical Sciences, Department of Metrology and Metrology Support for Armament and Military Equipment FGKVOU VPO Military Training and Research Center of the Air Force Military Air Academy named after prof. NOT. Zhukovsky and Yu.A. Gagarin Voronezh, RF

**Кутищев Д.С.**

Kutishchev D.S.

доцент, кандидат технических наук, кафедра «Метрологии и метрологического обеспечения вооружения и военной техники» ФГКВОУ ВПО Военный учебно-научный центр Военно-воздушных сил Военно-воздушная академия им. проф. Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина г. Воронеж, РФ

assistant professor, Candidate of Technical Sciences, Department of Metrology and Metrology Support of Armament and Military Equipment FGKVOU VPO Military Training and Research Center of the Air Force Military Air Academy named after prof. NOT. Zhukovsky and Yu.A. Gagarin Voronezh, RF

**Обидин В.В.**

Obidin V. V.

курсант ФГКВОУ ВПО «Военный учебно-научный центр Военно-воздушных сил «Военно-воздушная академия им. проф. Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина» г. Воронеж, РФ

cadet Federal Military Educational Institution of Higher Professional Education "Military Training and Scientific Center of the Air Force" Military Air Academy named after prof. NOT. Zhukovsky and Yu.A. Gagarin "Voronezh, RF

## ПРОБЛЕМЫ МЕТРОЛОГИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ НА ПРОИЗВОДСТВЕ

THE PROBLEMS OF METROLOGICAL SUPPORT FOR PRODUCTION

Ключевые слова: проблемы метрологического обеспечения, эталонная база предприятия, парк средств измерений, нормативно-законодательная база, пути решения.

Аннотация: Рассмотрены основные проблемы метрологического обеспечения предприятия. Предложены возможные пути их решения.

Keywords: problems of metrological support, the reference base of the enterprise, the Park of measuring instruments, regulatory framework, solutions.

Summary: The main problems of metrological support of the enterprise are considered. Possible ways of their solution are offered.

С принятием Закона РФ «Об обеспечении единства измерений» начался новый этап развития метрологии, который характеризуется переходом от административного принципа управления метрологической деятельностью к законодательному и в значительной степени гармонизацией российской системы измерений с международной практикой.

В связи с этим каждый шаг на производстве, независимо от вида выпускаемой продукции требует конкретного уровня развития метрологического обеспечения.

Это касается любой стадии или этапа создания продукции: технологических процессов изготовления, испытаний, контроля, эксплуатации машин, производственного оборудования и так далее. в настоящее время на каждом этапе развития человечества все сферы его деятельности претерпевают огромнейшие изменения. Все новые технологии, разработки, входящие в обыденную жизнь человека, становятся более автоматизированными, но в тоже время не более надежными и качественными.

Поэтому в любом производственном процессе необходимо понимать, что метрологическое обеспечение является одним из важнейших средств достижения высокого качества продукции.

Основу метрологического обеспечения производства составляют три основных критерия, выполнение которых обеспечивает высокое качество продукции.

К этим критериям относятся: метрологически выверенная количественная оценка свойств различных объектов и систем; информационная основа автоматизации процессов и производства в целом; обеспечение качества технологических процессов и продукции.

Проблемы метрологического обеспечения производственной деятельности, в том числе - обусловленные падением российской промышленности, многократно обсуждались [1-3], и сегодня они остаются актуальными для многих предприятий [4].

Анализируя уровень метрологического обеспечения производств можно выделить несколько групп факторов, влияющих на его состояние, это:

- состояние эталонной базы предприятия;
- состояние парка средств измерений;
- кадровые вопросы;

- нормативно-законодательная база метрологического обеспечения;
- возможные решения проблем метрологического обеспечения;
- состояние эталонной базы предприятия.

Оснащение предприятия современными средствами измерений и внедрение соответствующих им прогрессивных методик измерений происходит не планомерно и направленно, а от случая к случаю, что приводит к разногласиям в метрологическом обеспечении предприятия и, как следствие, влияет на качество выпускаемой продукции.

Особенно острая ситуация сложилась в области линейно-угловых средств измерений.

База предприятия по геометрическим средствам измерений на сегодняшний день характеризуется высоким уровнем физического износа. Ситуация усугубляется тем, что собственное производство оборудования в России практически прекращено.

Сейчас в этой области мы практически полностью зависим от зарубежных производителей. Приобретая дорогостоящие средства измерения зарубежного производства, часто возникает проблема с утверждением типа, долговременной и трудозатратой процедурой.

Средства измерений советского производства, применяемые на предприятии, зачастую не соответствуют современным технологическим требованиям, приближаются к критическому уровню по степени износа и технического состояния.

Усилия предприятия в основном направлены на поддержание, а не на развитие существующего парка средств измерений.

Практическое отсутствие профильных учебных заведений не позволяют обновлять штат метрологической службы предприятия молодыми квалифицированными специалистами.

Одновременно уменьшается число специалистов-метрологов. Совершенно ясно, что усилиями только лишь учебных заведений нельзя решить эту проблему в полном объеме.

Определение термина «метрологическое обеспечение» в российских документах на сегодняшний день отсутствует. Нет его ни в РМГ 29-99 «Метрология. Основные термины и определения» [5], ни в Федеральном законе № 102-ФЗ «Об обеспечении единства измерений» [6].

В результате получается, что формально такого понятия как «метрологическое обеспечение» нет, но при этом ряд действующих документов это понятие использует.

Сейчас нет целостного требования, что такое метрологическое обеспечение, каковы его цели, задачи, пути реализации и каким должно быть его влияние на результаты производства.

Метрологическое обеспечение на сегодняшний день регламентируется весьма большим количеством нормативных документов, но все эти документы описывают только локальные задачи или частное, отраслевое применение.

Отсутствует основной документ, который должен придавать

методологическую целостность всем имеющимся нормативам.

Для решения вышеизложенных проблем необходима единая стратегия, основывающаяся на выполнении следующих условий:

- обеспечение достаточного финансирования мероприятий по развитию эталонной базы, направленных на повышение измерительных возможностей предприятия.

- совершенствование механизмов взаимодействия подразделений в обеспечении единства измерений.

- проведение направленного обновления применяемых средств измерений, с соблюдением точностных и эксплуатационных характеристик.

- проведение планового и целенаправленного обучения специалистов новым методам измерений и эффективному применению современного оборудования.

- совершенствование нормативно-законодательной базы метрологического обеспечения.

Исходя из выше изложенного, можно сделать вывод, что необходимы повсеместные изменения, когда будут одновременно меняться подходы к конструированию изделий, технологии их изготовления, к организации контроля качества и так далее.

Если обновлять только часть процесса, то это приводит к количественному, но не к качественному изменению процесса в целом.

#### Список литературы:

1. <http://www.metrob.ru/HTML/Stati/vzglad.html>.
2. Рачков, М.Ю. Физические основы измерений : учебное пособие для среднего профессионального образования / М. Ю. Рачков - 2-е изд., испр. и доп. – Москва : Издательство Юрайт, 2019. – 146 с.
3. Аристов, А.И. Основы метрологии, стандартизации и сертификации: учебное пособие / А.И. Аристов, Т.М. Раковщик. – М., МАДИ 2013. – 200 с.
4. Чернышев, А.Н. Метрология, стандартизация и сертификация в деревообрабатывающей промышленности [Текст]: учебное пособие / А. Н. Чернышев, Е. В. Кантиева ; М-во образования и науки Российской Федерации, Федеральное гос. бюджетное образовательное учреждение высш. проф. образования "Воронежская гос. лесотехническая акад.". - Воронеж : ВГЛТА, 2012. - 86 с.
5. РМГ 29-99 «Метрология. Основные термины и определения».
6. Федеральный закон от 26 июня 2008 г. N

© Свиридов В.Г., Кутищев Д.С., Обидин В.В., 2019

**Свиридов В.Г.**

старший преподаватель, кандидат технических наук, кафедра «Метрологии и метрологического обеспечения вооружения и военной техники» ФГКВОУ ВПО Военный учебно-научный центр Военно-воздушных сил Военно-воздушная академия им. проф. Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина г. Воронеж, РФ

**Кутищев Д.С.**

доцент, кандидат технических наук, кафедра «Метрологии и метрологического обеспечения вооружения и военной техники» ФГКВОУ ВПО Военный учебно-научный центр Военно-воздушных сил Военно-воздушная академия им. проф. Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина г. Воронеж, РФ

**Кузнецов А.А.**

кандидат технических наук, доцент, начальник 13 кафедры «Метрологии и метрологического обеспечения вооружения и военной техники» ФГКВОУ ВПО Военный учебно-научный центр Военно-воздушных сил Военно-воздушная академия им. проф. Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина г. Воронеж, РФ

**Харченко Н.И.**

курсант ФГКВОУ ВПО «Военный учебно-научный центр Военно-воздушных сил «Военно-воздушная академия им. проф. Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина» г. Воронеж, РФ

Sviridov V.G.

Senior Lecturer, Candidate of Technical Sciences, Department of Metrology and Metrology Support for Armament and Military Equipment FGKVOU VPO Military Training and Research Center of the Air Force Military Air Academy named after prof. NOT. Zhukovsky and Yu.A. Gagarin Voronezh, RF

Kutishchev D.S.

assistant professor, Candidate of Technical Sciences, Department of Metrology and Metrology Support of Armament and Military Equipment FGKVOU VPO Military Training and Research Center of the Air Force Military Air Academy named after prof. NOT. Zhukovsky and Yu.A. Gagarin Voronezh, RF

Kuznezov A.A.

Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Head of the 13 Department of "Metrology and Metrology Support of Armament and Military Equipment" FGCCOU VPO Military Training and Research Center of the Air Force Military Air Academy. prof. NOT. Zhukovsky and Yu.A. Gagarin Voronezh, RF

Kharchenko N.I.

cadet Federal Military Educational Institution of Higher Professional Education "Military Training and Scientific Center of the Air Force" Military Air Academy named after prof. NOT. Zhukovsky and Yu.A. Gagarin "Voronezh, RF

**АНАЛИЗ МЕТРОЛОГИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ИЗМЕРЕНИЙ  
ПАРАМЕТРОВ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ**

## ANALYSIS OF METROLOGICAL MAINTENANCE OF MEASUREMENTS OF PARAMETERS OF FORMS AND TRAINING AUTOMOBILE ROADS

Ключевые слова: параметры, дорога, ремонт, безопасность, содержание, себестоимость.

Аннотация: Рассмотрен подход к решению проблемы выбора оптимального объема измеряемых параметров, контроль которых необходим при выполнении ряда технологических операций при ремонте и содержании автомобильных дорог.

Keywords: settings, road, repair, safety, maintenance, the cost

Summary: The approach to the problem of choice of optimal measuring parameters, the control of which is necessary for execution of number of technological operations in the repair and maintenance of logging roads.

При выполнении технологических операций при строительстве, содержании и ремонте автомобильных дорог, возможно появление погрешностей изготовления. Технологический процесс можно привести к некоторой системе независимых и взаимосвязанных случайных и систематических факторов, обуславливающих получение параметра.

Случайные изменения параметра вызываются большим количеством случайных факторов. Правильно построенный производственный процесс изготовления продукции должен обеспечивать выпуск последней с определенной нормой качества. Таким образом, для получения конечной продукции с определенной нормой качества необходимо в период ее изготовления производить контроль отдельных параметров.

Результаты контроля, анализ контролируемых параметров опираются на первичную объективную информацию, главным образом, измерительную. Вместе с тем подготовка и выполнение с требуемой точностью измерительных операций, получение достоверных результатов измерений вызывают необходимость разработки метрологического обеспечения измерений контролируемых параметров.

Комплекс мероприятий по ремонту и содержанию автомобильных дорог и дорожных сооружений, определяют «Технические правила ремонта и содержания автомобильных дорог».

Они являются основным руководящим документом. Однако в данном документе отсутствует регламентация номенклатуры параметров, контролирование которых при выполнении отдельных видов работ ремонта и содержания дорог обеспечит необходимый уровень их качества.

Отсутствие номенклатуры работ и контролируемых параметров при ремонте и содержании дорог обусловлено целым рядом причин [1]:

- большое разнообразие технологических операций, причем каждая операция вносит свой определенный вклад в качество конечной продукции и этот вклад не равноценен для различных технологических операций;
- применение различных машин и механизмов, в том числе и ручного труда, при выполнении одной и той же технологической операции в различных производственных условиях, которые могут допустить или не допускают

применение той или другой машины или механизма;

- применение разнообразных материалов, в том числе некондиционных, а также некачественных или не отвечающих требованиям СНиП для производства того или иного вида работ или технологической операции;

- отсутствие простых и надежных инструментов и приборов для проведения необходимого количества измерений, а многие имеющиеся приборы для контроля работ не проходят метрологической аттестации как не стандартизированные по методам измерений, проверок и т.д.

Существующие в настоящее время нормативные документы, регламентирующие номенклатуру работ и параметры качества выполнения технологических операций при производстве ремонтно-строительных работ в т.ч. СНиП 3.06.03-85 «строительные нормы и правила автомобильные дороги»; ВСН 7-89 – Указания по строительству, ремонту и содержанию гравийных покрытий и другие, а также различные указания по осуществлению операционного контроля качества выполнения строительно-монтажных работ предусматривают контроль целого ряда элементов или технологических операций, которые, в общем, сводятся к следующему:

- контроль геометрических размеров (ширина, толщина), высотных отметок и уклонов;

- ровности укладываемых слоев или элементов конструкций;

- плотность или степень уплотнения конструктивных слоев дорожных одежд, укрепление обочин или земляного полотна.

Это тот комплекс параметров, который соответствует контролю качества при новом строительстве, а также при ремонте и содержании дорог. Однако большая часть технологических операций при ремонте и содержании дорог не может характеризоваться этими параметрами и требует разработки других методов, а, следовательно, и средств измерений. Это, прежде всего, касается вопросов зимнего и летнего содержания дорог, среднего ремонта, в частности, устройства поверхностных обработок и целого ряда других работ и технологических операций.

В частности, при контроле геометрических размеров элементов дорог, высотных отметок и уклонов предусматриваются допускаемые и максимально допускаемые отклонения от проектных размеров и количество замеров на единицу объема работ, причем допускаемые отклонения для некоторых параметров приняты в %, для других в абсолютных величинах.

Это связано с тем, что ширина слоя основания или покрытия автомобильной дороги имеет типовые размеры (6 м, 7,0 м, 7,5 м и т.д.), тогда как толщины дорожных одежд могут изменяться от 2 до 50 см, поэтому для облегчения контроля и назначения допустимых отклонений принято двойное толкование допусков при измерениях геометрических элементов, как в процентном выражении, так и в абсолютных величинах.

Тем не менее, простой экономический, расчет показывает, что допуск, выраженный в процентах от номинальной величины толщины слоя неравнозначно характеризует изменение стоимости конечного продукта.

Таким образом, следует, что при разработке допусков должны быть учтены не только средства измерения, но и стоимостные характеристики материалов, не говоря уже о способе производства работ.

Существующие нормативные документы по контролю качества дорожных строительных и ремонтных работ не регламентируют количества измерений на единицу продукции. Тем не менее, как известно, точность измерений параметра находится в прямой зависимости с количеством измерений, поэтому количество измерений должно быть строго регламентировано и научно обосновано [2].

Как известно, количество необходимых измерений может быть получено из следующего выражения:

$$N_{min} = \frac{t^2 \sigma^2}{\delta^2} \quad (1)$$

где  $N_{min}$  - минимальное количество намерений;

$t$  - величина аргумента функции Лапласа, принимаемая в зависимости от доверительной вероятности  $P_g$ ;

$\sigma$  - среднеквадратическое отклонение;

$\delta$  - допустимая величина отклонения значения от средней величины.

Как показывает анализ выражения (1), минимальное количество измерений зависит от доверительной вероятности, т.е. надежности получаемых параметров, от величины отклонений измерений от средней величины и снижается при увеличении допустимой величины отклонения (допуска).

Таким образом, вопрос о назначении количества измерений должен быть обоснован по следующим признакам:

- по надежности получаемых значений и их влиянию на общее состояние законченного объекта, т.е. насколько серьезное влияние измеряемый параметр качества работ оказывает на качество самого объекта;

- по трудоемкости измерения параметра;

- по допустимой величине отклонения измеряемого параметра и его влияния на качество объекта и его стоимость.

В связи с тем, что возник вопрос о назначении количества измерений, как требует гост р 8.736-2011 «государственная система обеспечения единства измерений (гси). измерения прямые многократные. методы обработки результатов измерений. при статистической обработке группы результатов прямых многократных независимых измерений выполняют следующие операции:

- исключают известные систематические погрешности из результатов измерений;

- вычисляют оценку измеряемой величины;

- вычисляют среднее квадратическое отклонение результатов измерений;

- проверяют наличие грубых погрешностей и при необходимости исключают их;

- проверяют гипотезу о принадлежности результатов измерений нормальному распределению;

- вычисляют доверительные границы случайной погрешности

(доверительную случайную погрешность) оценки измеряемой величины;

- вычисляют доверительные границы (границы) неисключенной систематической погрешности оценки измеряемой величины;

- вычисляют доверительные границы погрешности оценки измеряемой величины.

Оценку измеряемой величины  $\bar{x}$ , за которую принимают среднее

арифметическое значение исправленных результатов измерений, вычисляют по формуле:

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i \quad (2)$$

где  $x_i$   $i$ -й результат измерений;

$n$ - число исправленных результатов измерений.

В целях удобства вычислений формулу (2) допускается записать в виде:

$$\bar{x} = a + \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n y_i \quad (3)$$

где  $a$  - близкое к  $\bar{x}$  значение, удобное для расчета;

$$y_i = x_i - a$$

Оценка среднее квадратического отклонения  $S$  группы, содержащей  $n$  результатов измерений, вычисляют по формуле:

$$S_{(\bar{A})} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n(n-1)}} \quad (4)$$

где  $x_i$ -  $i$ -й результат наблюдения;

$n$  - число наблюдений.

Наличие случайных погрешностей вызывает рассеяние результатов измерений. В качестве основной числовой характеристики случайного рассеяния результатов измерений принята дисперсия  $D = \sigma^2$  или стандартное отклонение  $\sigma$ .

Ограниченное число результатов измерений позволяет получать лишь оценки этих характеристик ( $S$  и  $S^2$ ). Математическое ожидание оценки  $S^2$  равно дисперсии  $M[S^2] = \sigma^2$ , однако математическое ожидание оценки  $S$  отлично от  $\sigma$ , так как

оценка  $S$  смещена.

Несмещенную оценку  $S$  допускается вычислять по упрощенной формуле:

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1,5}} \quad (5)$$

В этом случае смещение оценки  $S$  не более 1%.

Среднее квадратическое отклонение среднего арифметического (оценки измеряемой величины)  $S_{\bar{x}}$  вычисляются по формуле:

$$S_{\bar{x}} = \frac{S}{\sqrt{n}} \quad (6)$$

Доверительная граница погрешности результата измерения определяется по выражению:

$$\Delta = t \cdot S(\bar{A}) \quad (7)$$

где  $t$  - коэффициент Стьюдента, зависящий от доверительной вероятности  $P_g$  и числа результатов наблюдений.

Результат измерений представляется в форме:

$$\bar{A} \pm \Delta, P_g \quad (8)$$

Анализ приведенных выражений показывает, что с использованием статистической теории оценки количества работ дают возможность не только обосновать допустимые значения отклонений, но и дифференцировать результаты измерений с целью количественной (балльной) оценки качества выполнения технологических операций.

В данном случае уменьшение размера могло бы быть достигнуто за счет увеличения количества измерений, однако на малых площадях ремонтов, при малых объемах работ это невозможно, да и экономически нецелесообразно.

Следовательно, единственный путь определения допустимого отклонения - установление доверительной границы погрешности результатов измерений при определенных значениях доверительной вероятности и количества измерений.

Таким образом, выбор объема измеряемых параметров, а также допусков к ним, является экономической задачей.

#### Список литературы

1. Сушков, С.И. Методика решения уравнений движения лесовозных автопоездов при различных режимах работы двигателя [Электронный ресурс] / С. И. Сушков, В. Н. Бухтояров // Современные проблемы науки и образования. - 2015. - № 1 (57).
2. Сушков, С.И. Особенности определения показателей движения автопоездов при проектировании дорог [Текст] / С. И. Сушков // Строительные и дорожные машины. - 2014. - № 11. - С. 52-55.

© Свиридов В.Г., Кутищев Д.С., Кузнецов А.А., Харченко Н.И., 2019

УДК 05.11.15

**Свиридов В.Г.**

старший преподаватель, кандидат технических наук, кафедра «Метрологии и метрологического обеспечения вооружения и военной техники» ФГКВОУ ВПО Военный учебно-научный центр Военно-воздушных сил Военно-воздушная академия им. проф. Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина г. Воронеж, РФ

**Кутищев Д.С.**

доцент, кандидат технических наук, кафедра «Метрологии и метрологического обеспечения вооружения и военной техники» ФГКВОУ ВПО Военный учебно-научный центр Военно-воздушных сил Военно-воздушная академия им. проф. Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина г. Воронеж, РФ

**Дзюбенко О.Л.**

канд. пед. наук, доцент, доцент кафедры Военного учебно-научного центра ВВС «Военно-воздушная академия имени профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина» (г. Воронеж), РФ

Sviridov V.G.

Senior Lecturer, Candidate of Technical Sciences, Department of Metrology and Metrology Support for Armament and Military Equipment FGKVOU VPO Military Training and Research Center of the Air Force Military Air Academy named after prof. NOT. Zhukovsky and Yu.A. Gagarin Voronezh, RF

Kutishchev D.S.

Associate Professor, Candidate of Technical Sciences, Department of Metrology and Metrology Support for Armament and Military Equipment FGKVOU VPO Military Training and Research Center of the Air Force Military Air Academy named after prof. NOT. Zhukovsky and Yu.A. Gagarin Voronezh, RF

Dzyubenko O.L.

Ph.D., associate professor, associate professor of the department Military educational-scientific center of air force «The air force Academy named after Professor N.E. Zhukovsky and Y.A. Gagarin» (Voronezh), Russian Federation

## **МЕТРОЛОГИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ И КОНТРОЛЯ ИЗНАШИВАНИЕ ПАР ТРЕНИЯ**

### **METROLOGICAL SUPPORT FORECASTING AND CONROL WEARING FRICTION PAIRS**

Ключевые слова: шарнирное соединение, цилиндрическая пара, трение скольжения, метрологическое обеспечение, виды изнашивания, коэффициент трения.

Аннотация: Обоснованна необходимость применения метрологического обеспечения и контроля пар трения. Предложенное метрологическое обеспечение исследований цилиндрических пар на трение и износ позволяет получать достоверные данные о реальных процессах.

Keywords: swivel, cylindrical pair, sliding friction, metrological assurance, types of wear, coefficient of friction.

Summary: The necessity of using metrological support and control of friction pairs is justified. The proposed metrological assurance of studies of cylindrical pairs for friction and wear allows to

obtain reliable data on real processes.

В специальной военной технике и в механизмах комплексов с беспилотными летательными аппаратами широко используются подшипники скольжения. Однако, их рабочий ресурс, особенно тяжелонагруженных не всегда является удовлетворительным. Вследствие износа, который обусловлен влиянием большого количества факторов, подшипники скольжения выходят из строя [1]. Основными направлениями, увеличивающими моторесурс подшипников скольжения, является применение новых, антифрикционных материалов или изменение конструкции шарнирных соединений [2].

Применяемые подшипники скольжения характеризуются большим многообразием размеров, форм, конструкций, конструкционных материалов. Естественно, для адекватного суждения о рабочих метрологических характеристиках подшипников необходима сравнительная величина, которой может являться конкретная рабочая мера – узел трения имитирующий реальный подшипник. Важным моментом в вопросе повышения износостойкости таких пар трения является метрологическое обеспечение исследований, соответствующее современному состоянию развития науки и техники.

Исследования трение и износ может проводится только на лабораторном оборудовании, конструкция лабораторного оборудования, а также принцип ее действия хорошо описан [3], на этом стенде можно определять момент трения, коэффициент трения, рабочую температуру, степень линейного изнашивания и другие параметры процесса трения и изнашивания.

Наибольшую значимость при определении перечисленных параметров принимает погрешность измерений, как величина, искажающая реальные результаты. Для определения погрешности полученные результаты необходимо сравнивать с какой-либо опорной величиной. В настоящей работе предлагается в качестве рабочей меры, выполняющей функции опорной величины использовать модельный подшипниковый узел трения-скольжения. Такой узел позволит обоснованно и адекватно, с максимальным приближением к реальным узлам трения имитировать работу различных подшипников скольжения.

Назначение режимов стендовых испытаний производится с учетом конструктивных, технологических и эксплуатационных факторов нагружения. Стендовые испытания необходимо проводить на установке, обеспечивающей кинематическое и силовое подобие реальных эксплуатационных условий нагружения.

Модель узла трения разрабатывается с учетом конструктивно – технологических факторов нагружения. Расчет масштабного фактора включает следующие операции [2]: разработку моделей испытания на износ; установление параметров, влияющих на износ; выбор базисных параметров; получение критериев подобия и составление критериального уравнения в комплексной форме; выбор крайних условий с учетом требований, предъявляемых к модели и натурному образцу; решение критериального уравнения; анализ решения.

Процесс трения и износа шарнирного соединения представляется функцией

параметров:

$$f = \Psi(V, P, m, t, S, A_c, h, r, HB, E, \tau, c, \lambda, \sigma, \Theta, P_c) \quad (1)$$

$$f = \phi(V, P, m, t, S, A_c, h, r, HB, E, \tau, c, \lambda, \sigma, \theta, P_c)$$

где  $V$  – скорость скольжения,  $P$  – нагрузка,  $m$  – масса детали,  $t$  – время,  $S$  – характерный геометрический размер сопряжения,  $A_c$  – контурная площадь трения,  $h, r$  – высота и радиус выступа микронеровности,  $HB$  – твердость поверхностных слоев,  $E$  – модуль упругости материала,

$\tau$  – касательные напряжения в поверхностных слоях,  $c$  – коэффициент теплоемкости материала,  $\lambda$  – коэффициент теплопроводности,  $\sigma$  – коэффициент теплоотдачи,  $\Theta$  – температура в зоне трения,  $P_c$  – контурное давление.

Такая методика экспериментальных исследований цилиндрических пар трения позволяет максимально приблизить эксперимент к реальным условиям работы рассматриваемых цилиндрических узлов трения.

Важнейшим фактором цилиндрической пары трения, характеризующим ее работоспособность, является износ [5]. Под износом понимается нежелательная и прогрессирующая потеря материала с трущихся твердых поверхностей. Схематическое условное обозначение износа в зависимости от времени иллюстрируется рисунком 1.

Количественная оценка износа, в принципе, затруднительна. Однако, для периода нормального износа можно принять линейный закон изменения радиального зазора ( $c$ ) в зависимости от времени, выраженный зависимостью:

$$c_t = 0,025 \frac{t}{\tau} + c_0, \quad (2)$$

где  $c_0$  – радиальный зазор в начале эксплуатации;  $c_t$  – радиальный зазор в момент  $t$ ;  $t$  – время с начала эксплуатации до момента определения износа;  $\tau$  – максимальное время эксплуатации, представляющее условный износ в 100 %.

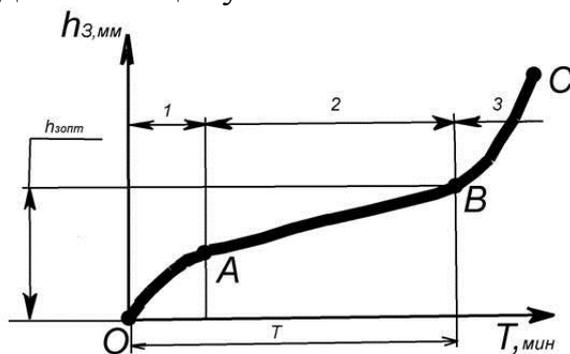


Рисунок 1 – Схематическое условное обозначение износа в зависимости от времени.

Одним из методов определения состояния износа трущихся деталей является оценка степени износа в зависимости от изменений его рабочих характеристик. Наиболее часто используется измерение размеров деталей сразу после приработки и спустя определенный период работы.

Для наблюдения за протеканием процесса приработки используется метод

съемки профильных кривых с одного и того же микросектора поверхности в различные моменты испытаний. Таким образом находится состояние износа в результате изменения микронеровностей трущихся поверхностей.

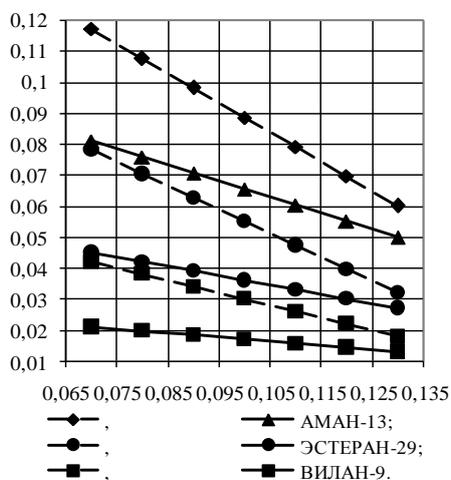
Во избежание разборки деталей используется метод оценки общего состояния износа определением возрастания содержания железа в смазке. Кроме того, используются методы «меченных атомов», по потере веса, метод отпечатков, метод выемок.

В качестве примера можно взять следующий график [4] где определялся линейный износ подшипников скольжения с антифрикционными втулками из самосмазывающихся пластиков ЭСТЕРАНа – 29, ВИЛАНa – 9 и АМАНa – 13. Износ определялся при вращательном и реверсивном движении. Пластики исследовались при скоростях скольжения  $V=0,07, 0,09, 0,11$  и  $0,13$  м/с и удельных давлениях  $P=1, 3, 5,$  и  $7$  МПа в течение 150 часов. Рассматривались пары трения пластик – сталь 40Х. Основываясь на более ранних исследованиях и априорной информации, величина зазора при исследованиях принималась  $\Delta=0,35$  мм, как оптимальная для шарнирных соединений лесных манипуляторов.

Результаты исследований зависимости линейного износа от скорости скольжения представлены на рисунке 2, а от удельного давления на рисунке 3.

Сплошными линиями выполнены зависимости при статическом нагружении, пунктирными – при динамическом. Величина динамической нагрузки принималась 1,7 от величины статической нагрузки. Частота действия динамической нагрузки составляла 10 Гц [5].

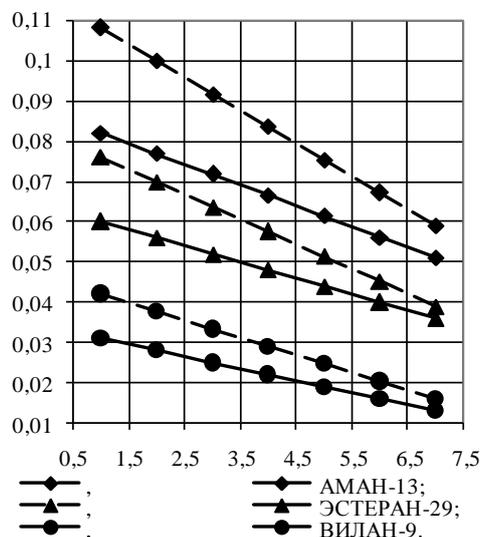
Из расположения графиков на рисунках видно, что при увеличении скорости скольжения и нагрузки, линейный износ уменьшается, причем при динамических нагрузках величина линейного износа больше, чем при статических. Это происходит вследствие того, что при более экстремальных режимах работы узла трения, связующее антифрикционного материала размягчается, что дает возможность участвовать в процессе трения большему количеству частиц антифрикционного материала, в результате чего уменьшается коэффициент трения, и, как следствие, линейный износ.



«————» - статическое нагружение, «-----» - динамическое нагружение.

Рисунок 2 - Линейный износ пластиковых втулок в зависимости от скорости скольжения.

Основной характеристикой, характеризующей процесс трения и изнашивания, является коэффициент трения. Поэтому, при метрологическом обеспечении исследований цилиндрических пар трения (на примере подшипников с антифрикционными пластиками), необходимо определять коэффициент трения при определенных величинах нагрузочно – скоростных режимов [3].



«—» - статическое нагружение, «-----» - динамическое нагружение.

Рисунок 3 – Линейный износ пластиковых втулок в зависимости от удельного давления.

В качестве параметра оптимизации  $Y$  принимался технико – технологический параметр – коэффициент трения  $f$ . Коэффициент трения является симплексом физических величин:

$$f = \frac{F}{N} \quad (3)$$

где  $F$  – сила трения,  $N$  – сила нормального давления.

Таким образом, предложенное метрологическое обеспечение исследований цилиндрических пар на трение и износ позволяет получать достоверные данные о реальных процессах изнашивания. Анализ видов изнашивания и представленные результаты исследований линейного износа конкретных пар трения с самосмазывающимися антифрикционными пластиками позволили сделать вывод, что при увеличении скорости скольжения и нагрузки – линейный износ уменьшается.

#### Список литературы

1. Гидроманипуляторы и лесное технологическое оборудование [Текст] / Под ред. И. М. Бартенева. – М.: ФЛИНТА: Наука, 2011. – 408 с.
2. Зюзин, А. А. Влияние шероховатости и микрорельефа поверхностей трения в подшипнике скольжения на изнашивание [Текст] / А. А. Зюзин, Б. Н. Казьмин, М. Д. Юров ; ред. Ю. Н. Дроздов // Вестник машиностроения. 2012. № 7. С. 45-49. Библиогр.: с. 49 (8 назв.). Цикл статей "Проблемы трибологии трения, изнашивания и смазки" под общ. ред. академ. Российской академии космонавтики и Российской инженерной академии, д-ра техн. наук Ю. Н. Дроздова . ISSN 0042-4633
3. Серебрянский, А. И. Лабораторное оборудование для определения метрологических

характеристик подшипников скольжения [Текст] / А. И. Серебрянский // Лесотехнический журнал. - 2015. - Т. 5, № 4 (20). - С. 293-301. - Библиогр.: с. 299-300 (13 назв.).

4. Серебрянский А.И. Повышение износостойкости шарниров лесных манипуляторов на основе замены реверсивного трения вращательным [Текст]: Дис. канд. техн. наук: 05.21.01 / Серебрянский А.И.; ВГЛТА. - Защищена 21.11.2003.- Воронеж, 2003 .- 166с.: ил.+ прил. - Библиогр.: с. 167-179.

© Свиридов В.Г., Кутищев Д.С., Дзюбенко О.Л., 2019

УДК 630.323.113

**Серебрянский А.И.**

доцент, кандидат технических наук  
ФГКВОУ ВПО «Военный учебно-научный центр Военно-воздушных сил «Военно-воздушная академия им. Проф. Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина», г. Воронеж, РФ

**Богатырева Ж.И.**

преподаватель ФГКВОУ ВПО  
«Военный учебно-научный центр Военно-воздушных сил «Военно-воздушная академия им. Проф. Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина», г. Воронеж, РФ

Serebryansky A.I.

Associate Professor, Candidate of Technical Sciences FGKVOU VPO "Military Training and Scientific Center of the Air Force" Air Force Academy. Prof. NOT. Zhukovsky and Yu.A. Gagarina ", Voronezh, RF

Bogatyreva Zh.I.

Lecturer at the Military Educational and Scientific Center of the Air Force "Military Air Academy named after Prof. NOT. Zhukovsky and Yu.A. Gagarin ", Voronezh, RF

## **РАСЧЕТ ФАКТИЧЕСКИХ ВЕЛИЧИН НАПРЯЖЕНИЙ В ШАРНИНЫХ СОЕДИНЕНИЯХ**

### **CALCULATION OF ACTUAL VOLUMES OF STRESSES IN HINGE JOINTS**

Ключевые слова: трение, изнашивание, шарнирное соединение, нагрузка, давление, подшипник скольжения

Аннотация: В статье рассматривается расчет фактических величин напряжения в шарнирных соединениях с учетом фактического пятна контакта и использования самосмазывающихся неметаллических антифрикционных материалов.

Keywords: friction, wear, swivel, load, pressure, plain bearing

Summary: The article discusses the calculation of the actual values of voltage in the hinged joints, taking into account the actual contact patch and the use of self-lubricating non-metallic antifriction materials.

В промышленности нашло широкое применение манипуляторное технологическое оборудование. Шарнирные соединения манипуляторов, вследствие высоких напряжений, выходят из строя. Для того, чтобы повысить рабочий ресурс шарниров предлагается металлический антифрикционный материал заменить, на самосмазывающиеся антифрикционные пластики, а именно,

применять ЭСТЕРАН – 29 и АМАН - 13 [1;2;3]. Так как, изменен антифрикционный материал в шарнирах манипуляторов то процесс трения и изнашивания будет происходить несколько иначе, чем в исходных шарнирных соединениях. Поэтому необходимо определить действительную величину фактора, имеющего наибольшее влияние на величину износостойкости – удельного давления  $P$  с учетом проведенных изменений в шарнирных соединениях.

Расчет величин удельных давлений проводится с учетом рекомендаций Добычина М.Н. [4] и используются рекомендации, предложенные в [5;6].

Для определения величины среднего удельного давления  $P_{cp}$  воспользуемся решением Г. Герца для внутреннего касания цилиндров, если выполняется условие:

$$\alpha \times ((1 - \mu_1^2) + (1 - \mu_2^2)) \times \psi \leq 0,092 \quad (1)$$

где

$$\alpha = \frac{R \times 10^3}{l \times E_1 \times \Delta} \quad (2)$$

где  $R$ , кН – расчетная нагрузка, действующая на подшипник;  $E_1$ , Мпа – модуль упругости пластика;  $l$ , мм – длина антифрикционных втулок подшипника скольжения;  $\Delta$  - зазор сопряжения, предварительно принимается равным 0,4 мм.

$$\psi = \frac{E_1}{E_2} \quad (3)$$

где  $E_2$ , Мпа – модуль упругости стали;  $\mu_1$  – коэффициент Пуассона пластика;  $\mu_2$  – коэффициент Пуассона стали.

Если неравенство (1) не выполняется, то, расчет проводится по следующей схеме:

В начале определяется половина угла контакта  $\varphi_0$ , рад.

$$\varphi_0 = C \times \left( \frac{\alpha}{1 + \alpha} \right)^n \quad (4)$$

где

$$C = 0,32 \times \left( \frac{C_0}{0,12} + 1 \right)^n \quad (5)$$

где

$$C_0 = \frac{\pi}{4} \times ((1 - \mu_1^2) + (1 - \mu_2^2)) \times \psi \quad (6)$$

$$n = m_1 \times \mu_1 + m_2 \times \mu_2 + n_0^* \quad (7)$$

где

$$m_1 = 0,07 \times (1 - \lg \psi) \quad (8)$$

$$m_2 = 0,2 \times (1 + \lg \psi) \quad (9)$$

Максимальное давление в центре дуги контакта  $P_m$  определяется по формуле:

$$P_m = 5500 \times \frac{R}{l \times r_1} \times \left( \frac{1}{2\varphi_0} + 0,35 \right) \quad (10)$$

где  $R$ , мм = внутренний радиус втулки;  $l$ , мм – длина подшипника скольжения.

Среднее давление на контакте определяется по формуле:

$$\bar{P} = \frac{5000 \times R}{l \times r_1 \times 2\varphi_0} \quad (11)$$

Далее необходимо уточнить размеры подшипника по найденному удельному давлению, при этом нужно, что бы соблюдалось неравенство:

$$d \times l > \frac{R}{\bar{P}} \quad (12)$$

При этом, учитывается, что размерность  $d$  и  $l$  не “см”, а “мм”, размерность  $P$  не “кгс”, а кН и размерность  $P_{cp}$  не “ $\frac{кгс}{см^2}$ ”, а “МПа”. Если условие выполняется, то

необходимость в корректировке размеров конструктивных составляющих подшипника скольжения отпадает. Результаты расчетов максимального давления в центре дуги контакта  $P_m$  и среднего давления на контакт  $\bar{P}$  во всех рассматриваемых шарнирных соединениях для ЭСТЕРАНА – 29 сведены в таблицу 1, для АМАНА – 13 – в таблицу 2.

Результаты таблицы 1 получены при постоянных значениях  $E_1=2300$  МПа,  $\Delta=0,4$  мм,  $E_2=210000$  МПа,  $\mu_1=0,375$ ,  $\mu_2=0,29$ ,  $n_0^*=0,543$  и индивидуальных, для каждого из рассматриваемых шарнирных соединений, значениях  $P$ , кН;  $l$ , мм и  $r_1$ , мм. Таким образом, значения, представленные в таблицах 1 и 2 характеризуют реальные давления в шарнирных соединениях лесных манипуляторов с антифрикционными пластиками ЭСТЕРАН – 29 и АМАН -13. Дополнительная информация по рассматриваемому вопросу содержится в работах [7, 8, 9]

Таблица 1 – Расчетные давления в шарнирных соединениях с пластиком ЭСТЕРАН – 29

	ЛП – 19А	ЛП – 49, ЛП – 18А	ЛП – 17А, ТБ – 1М
	Подвеска – рукоять		
$P_m$ , МПа.	26,57	28,67	29,19
$\bar{P}$ , МПа.	19,68	21,69	22,03
	Рукоять – стрела		
$P_m$ , МПа.	38,48	29,87	43,7
$\bar{P}$ , МПа.	27,2	21,81	32,73
	Стрела – поворотная колонка		
$P_m$ , МПа.	38,48	33,4	33,35
$\bar{P}$ , МПа.	27,2	24,04	25,76

Таблица 2 – Расчетные давления в шарнирных соединениях пластик АМАН – 13

	ЛП – 19А	ЛП – 49, ЛП – 18А	ЛП – 17А, ТБ – 1М
	Подвеска – рукоять		
$P_m$ , МПа.	19,44	20,83	24,83
$\bar{P}$ , МПа.	13,35	14,56	17,32
	Рукоять – стрела		
$P_m$ , МПа.	30,76	22,92	32,28
$\bar{P}$ , МПа.	20,18	15,49	22,35
	Стрела – поворотная колонка		
$P_m$ , МПа.	30,76	26,11	23,32
$\bar{P}$ , МПа.	20,18	17,41	16,65

Эти значения давлений отличаются от давлений, которые возникают в шарнирах при использовании антифрикционных сталей, чугунов и бронз, они меньше. Уменьшение значений удельных давлений, по сравнению с прототипом, объясняется тем, что пластики более мягкие материалы, и, следовательно, полуугол контакта у них больше, чем у сталей и бронз, за счет чего достигается более равномерное распределение и по большему участку нагрузки. Уменьшение удельных давлений приводит к повышению износостойкости материалов, за счет чего достигается более равномерное распределение и по большему участку поверхности нагрузки. Уменьшение удельных давлений приводит к повышению износостойкости материалов за счет того, что в меньшей степени структура поверхностных и приповерхностных слоев. Уменьшается влияние пластических деформаций. Снижается вероятность схватывания трущихся поверхностей и т.д.

#### Список литературы

1. Серебрянский А.И. Применение антифрикционных пластиков в тяжело нагруженных подшипниках скольжения. В кн.: Лес и молодежь ВГЛТА – 2000 г. Материалы юбилейной научной конференции молодых ученых посвященные 70 – летию образования Воронежской государственной лесотехнической академии. Том 1. Воронеж 2000. с. 207 – 210.
2. Серебрянский А.И., Смогунов Н.С. О целесообразности изменения смазочного материала в шарнирных соединениях лесных манипуляторов. В кн.: Повышение технического уровня машин лесного комплекса. Материалы Всероссийской научно – практической конференции. Воронеж 1999. с. 83 – 85.
3. Смогунов Н.С., Серебрянский А.И. Повышение износостойкости узлов трения манипуляторного технологического оборудования лесных машин. В кн.: Научно – технические проблемы в развитии ресурсосберегающих технологий и оборудования лесного комплекса. Материалы научно – практической конференции. Воронеж 1998. с. 227 – 229.
4. Добычин М.Н., Алексеев Н.М. Расчет несущей способности подшипников скольжения с вкладышем. «Машиноведение». 1975 г. №1, с. 107 – 114.
5. Трение изнашивание и смазка. справочник. Под ред. И.В. Крагельского и Алисина В.В. Т. 1. М.: «Машиностроение», 1978. 400 с.
6. Трение изнашивание и смазка. справочник. Под ред. Крагельского И.В. и Алисина В.В. Т. 2. М.: «Машиностроение», 1979. 358 с.
7. Серебрянский, А. И. Некоторые результаты исследований линейного износа

антифрикционных пластиков [Текст] / А. И. Серебрянский, Ж. И. Богатырева, С. В. Федоров // Стандартизация, управление качеством и обеспечение ин- формационной безопасности в перерабатывающих отраслях АПК и машиностроении : матер. Междунар. науч.- техн. конф. / Воронеж. гос. ун-т инж. технол. – Воронеж.: ВГУИТ, 2015. – С. 363-369. Библиогр. С368-369 (8 назв.).

8. Serebryanskii Aleksei, Bogatireva Janna, Yhanov Aleksei. The use of anti-friction plastic in the joints manipulator process equipment machines // DOAJ - Lund University: Konzept : Scientific and Methodological e-magazine. - Lund, №7, 2015 (Collected works, Best Article). - URL:<http://www.doaj.net/5023/>

9. Serebryansky, A. I. Determination of working parameters of measure to ensure metrological research tribological characteristics of plain bearings [Text] / A. I. Serebryansky // Forestry Engineering Journal. - 2016. - Т. 6, № 2 (22). - С. 194-134. - Bibliography.: с. 133-134 (13 names.).

© Серебрянский А.И., Богатырева Ж.И., 2019

УДК 630.323.113

**Серебрянский А.И.**

доцент, кандидат технических наук  
ФГКВОУ ВПО «Военный учебно-  
научный центр Военно-воздушных  
сил «Военно-воздушная академия им.  
Проф. Н.Е. Жуковского и Ю.А.  
Гагарина», г. Воронеж, РФ

**Шуваев А.Ю.**

курсант ФГКВОУ ВПО «Военный  
учебно-научный центр Военно-  
воздушных сил «Военно-воздушная  
академия им. Проф. Н.Е. Жуковского  
и Ю.А. Гагарина», г. Воронеж, РФ

Serebryansky A.I.

Associate Professor, Candidate of  
Technical Sciences FGKVOU VPO  
"Military Training and Scientific Center of  
the Air Force" Air Force Academy. Prof.  
NOT. Zhukovsky and Yu.A. Gagarina ",  
Voronezh, RF

Shuvaev A.Yu.

Lecturer at the Military Educational and  
Scientific Center of the Air Force  
"Military Air Academy named after Prof.  
NOT. Zhukovsky and Yu.A. Gagarin ",  
Voronezh, RF

## **ОБОСНОВАНИЕ ВЫБОРА АНТИФРИКЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ШАРНИРОВ МАНИПУЛЯТОРОВ**

### **JUSTIFICATION OF THE CHOICE OF ANTIFRICTION MATERIALS FOR MANIPULATOR HINGES**

Ключевые слова: антифрикционные материалы, шарнирные соединения, подшипник скольжения, трение, изнашивание

Аннотация: В статье рассмотрена возможность применения неметаллических самосмазывающихся антифрикционных материалов в качестве конструкционного материала для шарнирных соединений манипуляторного технологического оборудования. Предложены некоторые марки антифрикционных пластиков. Дано сравнение их свойств.

Keywords: antifriction materials, swivel joints, sliding bearing, friction, wear

Summary: The article discusses the possibility of using non-metal self-lubricating antifriction materials as a structural material for articulated joints of manipulator process equipment. Some brands of antifriction plastics are proposed. A comparison of their properties is given.

В промышленности широко применяется технологическое оборудование манипуляторного типа. Рабочий ресурс оборудования такого типа в значительной мере определяют шарнирные соединения. Однако, детали трущихся пар имеют значительно меньший рабочий ресурс по сравнению с ресурсом металлоконструкций и базовых машин.

Одним из путей повышения износостойкости пар трения является применение смазок. Однако, вопросу смазки шарнирных соединений технологического оборудования машин необходимо уделить особое внимание. Под влиянием больших удельных нагрузок и реверсивности трения смазка выдавливается из зоны контакта и смазывание трущихся поверхностей шарнира происходит в граничном, сухом, редко, полужидкостном режиме. Это отрицательно влияет на износостойкость шарниров, так как возникают такие явления как схватывание и заедание. К тому же жидкая смазка без соответствующих присадок интенсифицирует водородное и окислительное изнашивания. Очевидно, что для смазки шарниров манипуляторов наиболее рационально было бы предположить твердую смазку, которая обеспечила бы устойчивое промежуточное тело между трущимися поверхностями, и которое в какой-то мере было бы способно противостоять высокому нормальному давлению и гасить сдвиговые напряжения не передавая их на основной материал. Применение твердых смазок позволит снизить влияние водородного и окислительного изнашивания, действие пластических деформаций, повысить сопротивление усталостному изнашиванию, исключить схватывание и заедание.

В настоящее время в качестве антифрикционного материала в шарнирных соединениях лесных манипуляторов используется Бр О5Ц5С5, в отдельных случаях стали и антифрикционные чугуны. Однако, существует несколько классов перспективных антифрикционных материалов, которые возможно использовать в шарнирных соединениях лесных манипуляторов. К ним относятся полимеры (полиамиды, полиформальдегиды, полиурестаны и т.д.), антифрикционные пластики типа АМАН (ЭСТЕРАН, ТЕСАН, ВИЛАН), материалы на основе древесины (АПД – 1, АПД – 2 и др.), ленточные (слоистые) материалы (М1, Л90, 4 – ДВ и т. д.), углеграфитные материалы (АО – 600, АГ – 1500, АФГМ), металлокерамические материалы (ЖГр – 1 – 20, АЖГр – 6 – 3 и т.д.).

Для использования эффекта избирательного переноса можно использовать металлоплакирующие смазочные материалы, обеспечивающие сервовитную пленку на трущихся поверхностях (Свинцоль 01, ВНИИ НП – 254, ЦИАТИМ – 201, MoS<sub>2</sub>, ЦИАТИМ – 203, ЦИАТИМ – 201+30% MoS<sub>2</sub> и некоторых других), а так же при специальном подборе материалов трущихся поверхностей.

Применять антифрикционный материал какого – либо из перечисленных классов необходимо исходя из прочностных свойств материалов, а так же эффективности и рентабельности.

Как видно из выше изложенного, пластичные смазки не оправдывают своего применения в шарнирах лесных манипуляторов. очевидно, необходимо применять при технологической разработке шарнирного соединения такие материалы, при использовании которых дополнительный подвод смазки не требуется. При выборе

материалов для подшипниковых узлов необходимо разработать основные требования, предъявляемые к ним. Для подшипников скольжения в узлах трения шарнирных соединений манипуляторов эти требования можно изложить следующим образом: материалы должны обладать более высокой износостойкостью, чем сплавы цветных металлов, используемых в подшипниках скольжения; используемые материалы при работе в паре с металлами не должны образовывать задиры на сопряженных поверхностях трения; следует снизить износ металлической оси, работающей в паре с антифрикционным материалом; подшипники из этих материалов должны сохранять свою работоспособность в случае проникновения в зону трения жидкости с наличием абразивных частиц; допустимая температура эксплуатации материалов должна быть не ниже  $80^{\circ}\text{C}$ ; уменьшение диаметров втулок в этих материалах в результате повышения температуры и влажности окружающей среды должно обеспечить возможность работы подшипников при сборочном диаметральной зазоре не более  $0,1 \dots 0,3$  мм; характеристики трения новых материалов по стали должны быть не хуже, чем у сплавов цветных металлов; материалы не должны быть дефицитными, дорогими, токсичными; методы изготовления деталей из этих материалов должны быть удобны для организации централизованного производства взаимозаменяемых деталей, при этом трудоемкость и доля ручного труда при изготовлении подшипников должны быть минимальными.

Материалы, отвечающие указанным требованиям, позволят снизить себестоимость и трудоемкость изготовления подшипников скольжения, повысить надежность и долговечность работы узлов, упростить их эксплуатацию и ремонт.

Для изготовления антифрикционной втулки из всех рассмотренных типов и классов антифрикционных материалов, после сравнения их физических, химических и физико – механических свойств, были выбраны самосмазывающиеся антифрикционные пластики типа АМАН. В пользу такого выбора говорит то, что они имеют достаточно высокий предел прочности ( $80 \dots 100$  МПа) [1], низкий коэффициент трения по стали, бензо- и маслостойки, вибропрочны, не боятся влаги. Эти пластики значительно дешевле и менее дефицитны, чем цветные сплавы [2]. При работе в паре с пластиками значительно меньше изнашиваются металлические детали. Пластики имеют меньшую твердость, чем металлы, поэтому при одинаковой нагрузке площадь пятна контакта пластиковой и металлической детали всегда больше, чем при сопряжении двух металлических деталей. Благодаря этому величина максимальных контактных напряжений в полимерном подшипнике гораздо ниже, чем в металлическом, что благоприятно сказывается не только на сроке службы полимерной втулки, но и металлического вала. Ударные нагрузки в пластиковых подшипниках вызывают гораздо меньшие разрушения, чем в металлических. Практика позволила установить еще одно преимущество пластиков перед металлами, которое заключается в более высокой абразивной износостойкости. Податливость пластика позволяет твердым частицам погрузиться в тело втулки, благодаря чему износ подшипника резко уменьшается. Проведенные в проектноконструкторском бюро Главстроймеханизации Минстроя СССР

лабораторные и эксплуатационные испытания на изнашивание подшипников такого типа, работавших в абразивной среде, показали, что их износостойкость на 25 – 40% выше по сравнению с бронзой [2]. Пластики типа АМАН представляют собой многокомпонентные системы, в которых в качестве связующего использованы полимеры. В качестве наполнителя в их состав входят твердые смазки со слоистой структурой [3].

Перерабатываются пластики методом компрессионного и литьевого прессования под давлением от 40 до 100 МПа при температуре (в зависимости от применяемого связующего) 230 - 500°С.

Применение пластиков типа АМАН в качестве антифрикционного материала упразднит необходимость периодической подачи смазки в зазор шарнирного соединения. В результате чего отпадет необходимость в масляных каналах. Кроме того, металлы, из которых изготовлены вал и охватывающая проушина сопрягаются с более мягким антифрикционным материалом, следовательно износ поверхностных слоев сопрягаемых деталей за счет упругих и пластических деформаций будет происходить в основном в антифрикционной втулке, в меньшей мере передаваясь на палец и охватывающую проушину.

Таким образом, предлагаемые антифрикционные материалы могут существенно повысить рабочий ресурс шарнирных соединений манипуляторов, что подтверждается проведенными исследованиями [5].

Более полные исследования рассматриваемого вопроса изложены в работах [6, 7, 8, 9].

#### Список литературы

1. Трение изнашивание и смазка. справочник. Под ред. И.В. Крагельского и Алисина В.В. Т. 1. М.: «Машиностроение», 1978. 400 с.
2. Башкарев А.Я. и др. Пластмассы в строительных и землеройных машинах. Ленинград. «Машиностроение». 1981. 191 с.
3. Серебрянский А.И., Смогунов Н.С. О целесообразности изменения смазочного материала в шарнирных соединениях лесных манипуляторов. В кн.: Повышение технического уровня машин лесного комплекса. Материалы Всероссийской научно – практической конференции. Воронеж 1999. с. 83 – 85.
4. Гаркунов Д.Н., Поляков А.А. Повышение износостойкости деталей конструкций самолетов. М.: Машиностроение, 1974. 200 с.
5. Серебрянский А.И. Влияние статических нагрузок на износостойкость пластиков типа АМАН // Деп. Рукопись. Воронеж, 2002. № 975-В2002. 34 с.
6. Серебрянский А.И. Повышение износостойкости шарниров лесных манипуляторов на основе замены реверсивного трения вращательным : Дис. . канд. техн. наук: 05.21.01 / Серебрянский А.И.; ВГЛТА. - Защищена 21.11.2003 .– Воронеж, 2003 .– 166с. : ил.+ прил. – Библиогр.: с. 167-179.
7. Патент на полезную модель 34661 РФ, МПК 7 F 16C11/06. Шарнирное соединение / Ф.В. Пошарников, Н.С. Смогунов, А.И. Серебрянский; заявитель и патентообладатель ВГЛТА. - № 2003123320/20; заявл. 28.07.2003 ; опубл. 10.12.2003
8. Серебрянский А. И. Исключение отрицательного эффекта реверса и автоматическая компенсация износов в шарнирах манипуляторов // Современные научные исследования. Выпуск 2 – Концепт. – 2014. – АРТ 54876. – URL: <http://e->

koncept.ru/2014/54876.htm - Гос. рег. Эл №ФС77-49965. – ISSN 2304-120X.

9. Уханов А. С., Богатырева Ж. И., Серебрянский А. И. Применение антифрикционных пластиков в шарнирных соединениях манипуляторного технологического оборудования машин // Современные научные исследования. Выпуск 3 - Концепт. - 2015. - ART 85803. - URL: <http://e-koncept.ru/2015/85803.htm> - ISSN 2304-120X.

© Серебрянский А.И., Шуваев А.Ю., 2019

УДК 621(075.32)

**Серебрянский А.И.**

доцент, кандидат технических наук  
ФГКВОУ ВПО «Военный учебно-  
научный центр Военно-воздушных  
сил «Военно-воздушная академия им.  
Проф. Н.Е. Жуковского и  
Ю.А. Гагарина», г. Воронеж, РФ

**Ермаков М.Ю.**

курсант ФГКВОУ ВПО «Военный  
учебно-научный центр Военно-  
воздушных сил «Военно-воздушная  
академия им. Проф. Н.Е. Жуковского  
и Ю.А. Гагарина», г. Воронеж, РФ

Serebryansky A.I.

Associate Professor, Candidate of  
Technical Sciences FGKVOU VPO  
"Military Training and Scientific Center of  
the Air Force" Air Force Academy. Prof.  
NOT. Zhukovsky and Yu.A. Gagarina ",  
Voronezh, RF

Ermakov M.Yu.

Lecturer at the Military Educational and  
Scientific Center of the Air Force  
"Military Air Academy named after Prof.  
NOT. Zhukovsky and Yu.A. Gagarin ",  
Voronezh, RF

## **МЕТРОЛОГИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ИССЛЕДОВАНИЙ ЦИЛИНДРИЧЕСКИХ ПАР ТРЕНИЯ НА ОСНОВЕ КРИТЕРИЕВ ПОДОБИЯ**

### **METROLOGICAL SUPPORT OF RESEARCHES OF CYLINDRICAL FRICTION PAIRS ON THE BASIS OF SUCH CRITERIA**

Ключевые слова: метрологическое обеспечение, шарнирные соединения, подшипник скольжения, цилиндрическая пара трения, критерий подобия

Аннотация: В статье обоснована необходимость проведения исследований цилиндрических пар трения на изнашивание. Предлагается методика перехода от натурального образца для стендовых испытаний к реальному на основе использования критериев подобия.

Keywords: metrological assurance, swivel joints, plain bearing, cylindrical friction pair, similarity criterion

Summary: The article substantiates the need for research on cylindrical friction pairs for wear. The technique of transition from a full-scale sample for bench tests to a real one based on the use of similarity criteria is proposed.

В промышленности широко применяются подшипники скольжения. Однако, рабочий ресурс подшипников, особенно тяжелонагруженных (входящих в конструкцию шарнирных соединений манипуляторов, балансирных подвесок и т.д.) не всегда является удовлетворительным, по сравнению с рабочим ресурсом совмещенного технологического оборудования и базовых машин или агрегатов.

Вследствие износа, который обусловлен влиянием большого количества

факторов, подшипники скольжения выходят из строя [1].

Основными направлениями, увеличивающими моторесурс подшипников скольжения, является применение новых, перспективных, антифрикционных материалов или изменение конструкции шарнирных соединений [2].

Применяемые подшипники скольжения характеризуются большим многообразием размеров, форм, конструкций, конструкционных материалов. Естественно, для адекватного суждения о рабочих метрологических характеристиках подшипников для каждого типа подшипника необходима сравнительная величина, которой может являться конкретная рабочая мера – узел трения, имитирующий реальный подшипник - для каждого типоразмера подшипника.

Что бы адекватно судить о возможности применения тех или иных конструкций подшипников или конструкционных материалов необходимо проводить их экспериментальные, стендовые испытания на трение и износ.

Экспериментальные исследования подшипников необходимы как для проверки расчетов, так и для установления влияния изменения некоторых конструктивных параметров на их работу.

Обычно трудно или даже невозможно испытывать подшипник при реальных размерах и в условиях, тождественных реальным условиям работы. К тому же, как бы правильно не был рассчитан подшипник, существует ряд параметров, которые невозможно учесть и о которых можно получить какие-либо данные только экспериментальным путем.

Поэтому, часто проводятся испытания на моделях, в этом случае чрезвычайно важно найти, возможно, более полные критерии подобия, позволяющие правильно истолковать получаемые экспериментальные данные.

Критерии подобия в работе подшипников можно вывести из рассмотрения общих уравнений движения в смазочном слое, написанных в безразмерном виде [3].

Общие принципы нахождения критериев подобия довольно подробно рассматриваются в работе [3]. Из нее следует, что геометрические размеры подшипника характеризуются эталонной длиной  $l$  в направлении относительного движения поверхностей (радиус шипа для радиальных подшипников) и отношением между размером  $l$  в направлении относительного движения и шириной  $b$ , соответственно удлинением подшипника  $\lambda=b/l$ .

Толщина  $h$  смазочного слоя обычно зависит только от  $x_1$  (направление относительной скорости между поверхностями).

Поэтому, эту величину можно определить средним зазором  $s$  (радиальным зазором в случае радиальных подшипников) или другой характерной величиной (например наименьшей толщиной смазочного слоя  $h_2$ ) и характером изменения толщины  $h$  от  $x_1$ . Как было замечено при исследовании различных типов подшипников скольжения, в обычных случаях  $h/s$  изменяется с  $x_1$  по линейному, тригонометрическому, экспоненциальному и другим законам, зависящим от параметра  $\varepsilon$  (наклон поверхностей в случае плоских подшипников, относительный эксцентриситет в случае радиальных подшипников).

Из рассмотрения общих уравнений движения в смазочном слое следует, что, для того, чтобы два подшипника различных размеров работали подобно, соответственно, что бы распределение скоростей, давлений, температур были подобными, необходимо что бы безразмерные параметры  $\varepsilon$ ,  $\lambda$ ,  $H$ ,  $G$ ,  $L$  принимали одинаковые значения для обоих подшипников.

$$H = \frac{\mu_1 V l}{p_0 c^2}; G = \frac{x_1 T_0 l}{p_0 V c^2}; L = \frac{\rho c_0 T_0}{p_0} \quad (1)$$

В этих соотношениях  $H$ ,  $G$ ,  $L$  – параметры, относящиеся к подобию подшипников,  $\mu_1$  – вязкость масла при входе в подшипник,  $V$  – касательная скорость,  $p_0$  – давление наружной среды,  $x_1$  – коэффициент теплопроводности масла при входе в подшипник,  $T_0$  – абсолютная температура наружной среды,  $\rho$  – плотность смазки,  $c_0$  – радиальный зазор в начале работы.

Кроме того, нужно обеспечить передачу тепла, полученного трением, через детали подшипника к наружной среде в подобных условиях.

Точно также и законы изменения вязкости и коэффициента теплопроводности должны быть одинаковы в обоих случаях.

$$\frac{\mu}{\mu_1} = f_\mu\left(\frac{T}{T_0}\right); \frac{x}{x_1} = f_x\left(\frac{T}{T_0}\right) \quad (2)$$

В этих соотношениях  $\mu$  – вязкость смазки в произвольной точке,  $T$  – абсолютная температура.

Строгое выполнение всех указанных условий практически невозможно. Так, условия изменения вязкости и теплопроводности можно осуществить только если смазка одинаковая и значения  $\mu_1$ ,  $x_1$ ,  $T_0$  одинаковые в обоих случаях, а подобие отвода тепла через детали нельзя строго осуществить.

Поэтому, что бы получить результаты, которыми можно было бы пользоваться в применении на практике, необходимо ввести некоторые приближения.

Так, можно осуществить механическое подобие, отказавшись от строгого теплового подобия.

Тепловое подобие будет заменено тепловым квазиподобием, а именно чтобы параметр  $q$ , от которого зависят в первом приближении давления в подшипнике, оставался одним и тем же.

Для создания рабочей меры для каждого типоразмера подшипника скольжения необходимо осуществление подобия и по другим параметрам, которые не были учтены в настоящей работе.

Так, материалы, из которых изготовлены подшипники, должны быть одинаковы, в случае, если не требуется определять рабочие характеристики какого-либо материала. Важно так же осуществлять подобие микрогеометрии поверхностей.

Обозначая через  $\delta_m$  среднюю высоту неровностей, нужно, чтобы  $\delta_m/c = \text{const}$  для подшипника и рабочей меры. Значения  $\delta_m$  зависят от способа обработки

поверхностей и от условий приработки, которые рекомендуется приближать возможно больше к условиям прототипа.

Если  $s$  падает,  $\delta_m$  должна была бы падать в том же соотношении, что в случае с рабочей мерой невозможно осуществлять.

Следовательно, рекомендуется применять для рабочей меры относительные зазоры  $\psi$ , позволяющие сохранять те же значения для абсолютного зазора  $s$ , или изменять его по мере технических возможностей осуществления условия.

Приведенные зависимости имеют общий характер и их можно применять для создания рабочей меры для любого типа подшипника при условии геометрического подобия.

Более подробно рассматриваемый вопрос освещен в работах [4, 5, 6, 7].

#### Список литературы

1. Серебрянский, А. И. Повышение износостойкости шарниров лесных манипуляторов на основе замены реверсивного трения вращательным [Текст]: Дис. . канд. техн. наук: 05.21.01 / Серебрянский А.И.; ВГЛТА. - Защищена 21.11.2003. – Воронеж, 2003. – 166с. : ил.+ прил. – Библиогр.: с. 167-179.
2. Патент на изобретение 2242644 РФ, МПК<sup>7</sup> 7 F 16 C 11/00. Шарнирное соединение [Текст]/ А.И. Серебрянский, Н.С. Смогунов, Ф.В. Пошарников ; заявитель и патентообладатель ВГЛТА. - № 2003118950/11; заявл. 24.06.2003 ; опубл. 20.12.2004
3. Konstantinesku, V.N. Criterii de similitudine in lagarelor lubrificate cu lichide sau gaze. Studii si cercetari de mecanica aplikata, Akad. R.P.R., 1961; 12, С. 343-361.
4. Серебрянский, А. И. Определение параметров рабочей меры для метрологического обеспечения исследований триботехнических характеристик подшипников скольжения [Текст] / А. И. Серебрянский // Лесотехнический журнал. - 2016. - Т. 6, № 2 (22). - С. 129-134. - Библиогр.: с. 133-134 (13 назв.).
5. Серебрянский, А. И. Лабораторное оборудование для определения метрологических характеристик подшипников скольжения [Текст] / А. И. Серебрянский // Лесотехнический журнал. - 2015. - Т. 5, № 4 (20). - С. 293-301. - Библиогр.: с. 299-300 (13 назв.).
6. Серебрянский, А. И. Определение параметров рабочей меры для метрологического обеспечения исследований характеристик узлов трения-скольжения [Текст] / А. И. Серебрянский, Ж. И. Богатырева, В. И. Гетман // Стандартизация, управление качеством и обеспечение информационной безопасности в перерабатывающих отраслях АПК и машиностроении : матер. Междунар. науч.- техн. конф. / Воронеж. гос. ун-т инж. технол. – Воронеж.: ВГУИТ, 2015. – С. 381-385. Библиогр. С. 385 (3 назв.).
7. Серебрянский, А. И. Повышение износостойкости шарнирных соединений на основе исключения реверса при трении [Текст] / А. И. Серебрянский, М. А. Мижевич / Евразийский Союз Ученых. - 2014. - № 4, ч. 4. - С. 86-89. - Библиогр.: с. 89 (5 назв.).

© Серебрянский А.И., Ермаков М.Ю., 2019

УДК 621

**Смирнов Д.Н.**

преподаватель кафедры Военного учебно-научного центра Военно-воздушных сил «Военно-воздушная академия им. проф. Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина» (г. Воронеж)

**Кутищев Д.С.**

доцент кафедры Военного учебно-научного центра Военно-воздушных сил «Военно-воздушная академия им. проф. Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина» (г. Воронеж)

**Ткачев В.И.**

доцент кафедры Военного учебно-научного центра Военно-воздушных сил «Военно-воздушная академия им. проф. Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина» (г. Воронеж)

**Гайворонский И.С.**

курсант Военного учебно-научного центра Военно-воздушных сил «Военно-воздушная академия им. проф. Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина» (г. Воронеж)

Smirnov D.N.

teacher of the department Military Educational and Scientific Center of the Air Force «N.E. Zhukovsky and Y.A. Gagarin Air Force Academy» (Voronezh)

Kutishchev D.S.

assistant professor of the department Military Educational and Scientific Center of the Air Force «N.E. Zhukovsky and Y.A. Gagarin Air Force Academy» (Voronezh)

Tkachev V.I.

assistant professor of the department Military Educational and Scientific Center of the Air Force «N.E. Zhukovsky and Y.A. Gagarin Air Force Academy» (Voronezh)

Gaivoronsky I.S.

cadet of the department Military Educational and Scientific Center of the Air Force «N.E. Zhukovsky and Y.A. Gagarin Air Force Academy» (Voronezh)

## **АНАЛИЗ СОВРЕМЕННЫХ ТЕПЛОВИЗИОННЫХ ПРИБОРОВ**

### **ANALYSIS OF MODERN THERMAL VISITORS**

Ключевые слова: тепловизионные приборы, термография, тепловизионные измерения,

Аннотация: В статье рассматриваются современные тепловизионные приборы их устройство, технические возможности.

Keywords: thermal imaging devices, thermography, thermal measurements,

Abstract: The article discusses modern thermal imaging devices, their device, technical capabilities.

Создание тепловизоров стало возможным благодаря разработкам сверхчувствительных фотоприемников инфракрасного (ИК) теплового излучения, испускаемого всеми нагретыми телами в диапазонах от ближнего (0,8-1,5 мкм) и среднего (1,5-15 мкм) до дальнего (15-1000 мкм) спектра электромагнитного излучения. В силу высокой прозрачности атмосферы в областях 2-5 мкм и 8-14 мкм эти диапазоны спектра наиболее часто используются в тепловидении. Кроме того, именно в этих диапазонах сосредоточена основная

часть мощности ИК излучения, испускаемого объектами при температурах от  $+20^{\circ}\text{C}$  до  $+1000^{\circ}\text{C}$ , наиболее характерных для объектов пирометаллургии.

История развития тепловидения насчитывает более 50 лет. Она подробно изложена в известных монографиях [1-5]. В них содержатся сведения о принципах построения, характеристиках и особенностях применения тепловизоров. В настоящее время на рынке тепловизионной техники активно работают многие фирмы. В России это ЗАО МНПО "Спектр" (г. Москва), Азовский оптико-механический завод, Государственный оптический институт (г. Санкт-Петербург), НПО "Исток" (г. Фрязино Московской области), Казанский оптико-механический завод, НПО "Орион" (г. Москва), ЕПО "Сапфир" (г. Москва).

Среди зарубежных фирм наиболее известны FLIR SYSTEMS (США), Raytheon (США), ORFFIL (Германия), AVIONICS и NEC (Япония). Конструкции тепловизоров достаточно разнообразны, т.к. действие их основано на различных способах электронного или оптико-механического сканирования изображений объектов, создаваемых ИК оптикой (линзовой или зеркальной).

В приборах этого типа сканирование происходит перемещением объекта относительно неподвижного детектора излучения либо изменением направления оптической оси объектива с помощью системы вращающихся или колеблющихся зеркал.

Структурная схема тепловизора с оптико-механическим сканированием включает приемную оптическую систему, детектор ИК лучей, сканирующую систему, обеспечивающую последовательный просмотр объекта по заданному закону, усилитель, систему развертки и синхронизации ЭЛТ (монитор или дисплей).

Принцип его действия заключается в сканировании поверхности объекта узким оптическим лучом с угловым размером  $\gamma$  сформированным системой объектив-приемник. Обзор происходит в пределах угла поля зрения за время  $T$ , которое принято называть временем кадра. Угол  $\gamma$  носит название мгновенного угла поля зрения.

Тепловизор позволяет выделять на тепловом изображении области одинаковых температур с помощью изотерм, высвечивающихся на кинескопе.

В нижней части кадра формируется серая шкала, которая используется для измерения температуры. При этом яркость отдельных участков изображения объекта сравнивают с яркостью элементов шкалы, для которой при калибровке прибора определяют температурный перепад, соответствующий переходу от белого до черного.

Применение в тепловизорах узкополосных фильтров, прозрачных надлинейной волны  $3,39\text{ мкм}$ , где имеется окно прозрачности газа  $\text{CO}_2$ , позволяет фиксировать ИК излучение через пламя. Наличие линзовой оптики позволяет легко изменять увеличение системы сменой объективов.

Тепловизоры обычно имеют черно-белые или цветные видеомониторы и устройства аналоговой (выделение изотерм, обращение контраста, представление в псевдоцветах, термопрофильное квази-бъемное представление теплового поля) и цифровой обработки изображения. Термограммы регистрируют с

помощью фотокамер и видеоманитонов. В последнее время широко применяются тепловизионные системы с блоками цифровой памяти, работающие в комплексе с ЭВМ.

Разработаны тепловизионные приборы, использующие пироконы (пироэлектрические видиконы). Они обеспечивают телевизионный стандарт изображения: 625 строк при частоте кадров 50 Гц. Применен способ обработки сигнала, исключающий мерцание. Синхронный двигатель приводит вращение обтюратор, который перекрывает падающее тепловое излучение с частотой 25 Гц.

Сигнал от предусилителя поступает в процессор кадров, в котором запоминаются и вычитаются чередующиеся поля (полукадры), в результате полезная составляющая сигнала удваивается, а неравномерности фона и шумы мишени, имеющие постоянную полярность, значительно уменьшаются.

Далее чередующиеся поля инвертируются и формируется сигнал изображения постоянной полярности.

Сигналы с усилителей «привязываются» к стандартному уровню черного в выходном сигнале. После выведения сигналов синхронизации и гашения полный сигнал может быть подан на любой монитор. Достигнуто температурное разрешение  $0,3^{\circ}\text{C}$  при 70 линиях на диаметре мишени и относительном отверстии объектива 1:1. Достоинством тепловизионных приборов с пироконом является возможность создания компактных малогабаритных приборов.

Тепловые приборы на пироконах займут значительное место в мобильных средствах контроля и обзора окружающей среды. Поскольку прибор не требует специального охлаждения, он хорошо подходит для длительного наблюдения и контроля в сложных условиях.

Матричные фотоприемные устройства (ФПУ) с коммутацией сигналов с помощью приборов с зарядовой связью (ПЗС) наиболее часто применяются в современных тепловизорах [4-6]. В отличие от тепловизионных систем с одноэлементным фотоприемником и последовательным сканированием в тепловизоре с матричным ФПУ каждый приемный элемент длительное время «смотрит» на объект.

Это время, определяемое периодом кадровой развертки тепловизора, гораздо больше длительности визирования одного элемента объекта в тепловизоре с одноэлементным фотоприемником (при одной и той же частоте кадров). Созданы матричные тепловизоры с быстродействием 50 кадров/с, числом элементов  $512 \times 512$ , с чувствительностью 0, ГС и термоэлектрическим охлаждением ПЗС матрицы.

Современный тепловизионный прибор, кроме воспроизведения тепловых изображений нагретых объектов (функция визуализации), должен обеспечить возможность измерения параметров полей этих объектов.

Тепловизор, как оптико-электронный прибор, можно характеризовать группой параметров приемной камеры и выходной электронной части прибора - индикатора. Параметры сканирующей системы и объектива определяют угловое поле обзора, т.е. плоские углы по вертикали  $O_v$  и горизонтали  $O_g$ , ограничивающие

область пространства, которая попадает в угловое поле обзора прибора за время формирования кадра (угловыеразмерырастра). При прямоугольном растре соотношение  $O_B / O_T$  определяет его форму.

Мгновенный угол поля зрения определяется фокусным расстоянием  $f$  объектива и размером  $R$  фоточувствительной площадки приемника  $\gamma = \arctg(R/f)$ . Число элементов раstra определяет, наряду с мгновенным углом поля зрения, пространственную разрешающую способность тепловизора, его способность различать мелкие детали объекта. Частота кадров определяет быстрдействие тепловизора.

При частоте кадров выше 14-16 Гц глаз человека воспринимает изображение как «слитное», и говорят, что тепловизор работает в реальном масштабе времени.

Далее следует группа параметров, которые характеризуют возможности тепловизора как измерительного пирометрического прибора.

Способность тепловизора различить минимальные изменения температуры на поверхности объекта называют температурным разрешением, которое определяется для протяженных тест-объектов, угловые размеры которых намного больше мгновенного угла зрения (при очень низкой пространственной частоте объекта).

В этом случае минимальную регистрируемую разность температур называют порогом температурной чувствительности  $\Delta T_{\text{пор}}$ . Порог температурной чувствительности тепловизора соответствует минимальной разности температур двух стандартных имитаторов «абсолютно черного тела» (АЧТ), при которой разность пиковых значений сигналов тепловизора равна среднеквадратичному уровню шума на выходе системы.

Величина  $\Delta T_{\text{пор}}$  зависит от средней температуры  $T$  объекта, поэтому полной характеристикой температурного разрешения следует считать функцию  $\Delta T_{\text{пор}} = f(T)$ . Однако на практике не всегда удобно определять эту зависимость. Поэтому в паспортных данных приводят значения  $\Delta T_{\text{пор}}$  для какой-нибудь одной или нескольких температур. Если температура, при которой определена величина  $\Delta T_{\text{пор}}$  не указана, то предполагают, что она определена для нижней границы рабочей температуры, т.е. когда тепловизор обладает минимальной чувствительностью.

Диапазон температур определяется предельными значениями, при которых можно получить изображение с температурным разрешением  $\Delta T_{\text{пор}}$ .

В большинстве случаев нижний предел равен комнатной температуре и ограничивается влиянием теплового излучения фона, деталей тепловизора и т.п., а верхний предел определяется суммарной спектральной характеристикой оптической системы и приемника излучения, динамической характеристикой усилительного тракта и может составлять 500-1000°С.

Более универсальной характеристикой является величина, определяющая температурную чувствительность тепловизора в зависимости от угловых размеров объекта,  $\Delta T_{\text{разр}}$ .

Минимальная разрешаемая разность температур  $\Delta T_{\text{разр}}$  определяется как минимальная разность температуры излучателей типа АЧТ, при которой

различаются отдельные штрихи тест-объекта, т.е. периодической решетки при заданном шаге последней. Для определения  $\Delta T_{\text{разр}}$  используют решетки, разность температур между штрихами которых может меняться. Очевидно, что  $\Delta T_{\text{разр}}$  зависит от шага решетки и определяется как функция пространственной частоты объекта.

Способность тепловизора различать минимальные размеры элементов температурно-градационной картины оценивается по угловому  $\Delta$  или линейному  $\Delta \omega$  разрешению. Угловое разрешение определяется как предельный угловой размер полосы или щелевого промежутка, регистрируемого на фоне поверхности с постоянной заданной температурой.

Угловое разрешение  $\Delta \omega$  можно определить на основе частотно-контрастных характеристик (ЧКХ) как обратную величину полупериода граничной пространственной частоты, на которой еще различается минимальный температурный контраст. Температурный контраст или перепад между полоской и фоном может варьироваться.

На основе углового разрешения  $\Delta \omega$  может быть определено линейное разрешение  $M$ , которое зависит от расстояния до объекта. Поэтому линейное разрешение целесообразно определять для минимального рабочего расстояния. Угловое и линейное разрешения могут быть определены при различных значениях  $\Delta T$  (или контраста), начиная от  $\Delta T_{\text{пор}}$ . Основным инструментом для экспериментальной оценки качества тепловизоров являются излучатели типа АЧТ. Конструкции АЧТ весьма разнообразны.

Применяются как полостные излучатели (трубчатого типа), так и планарные, т.е. с плоской излучающей поверхностью, покрытой сажевым покрытием с высоким коэффициентом излучения ( $s = 0,98 - 0,99$ ), нагреваемой резистивным нагревателем или водой (термостаты). Преимущество планарных АЧТ с электронагревом - большая излучающая площадка, хорошее быстрое действие.

Для измерения пороговой разности температур, пространственного разрешения, частотно-контрастной характеристики (ЧКХ) перед АЧТ устанавливают различные тест-объекты типа металлических решеток переменного шага, щели с изменяемой шириной раскрытия.

Выбор конкретной модели тепловизора для применения на аэродромах различного базирования воздушных судов военного назначения ВС ВН производился с учетом применения этого дорогостоящего и весьма универсального прибора для решения по возможности максимального числа задач, возникающих при организации тепловизионного контроля всей авиационной техники, т.е. как объектов технического обслуживания, так и сопутствующих, производных помещений.

Применение тепловизора в полевых условиях при низкой освещенности в экстремальных погодных условиях, может сделать, в ряде случаев, достаточно сложным определение расстояния до объекта, определяющим масштаб его

изображения. Последнее крайне важно для дистанционной дефектометрии, особенно при мониторинге объекта.

В этой связи целесообразно применение тепловизора совместно с лазерным дальномером или, по крайней мере, методическое обеспечение определения расстояния до объектов по изображениям их элементов известной величины, подобно тому, как это делается в прикладной геодезии [7].

Таким образом, проблема выбора "оптимальной" модели тепловизора для работы в реальных условиях эксплуатации ВС ВН, с учетом отмеченных выше многочисленных факторов, достаточно сложна, особенно при наличии на рынке большого выбора приборов различной стоимости.

Для успешной эксплуатации тепловизора, особенно в условиях боевых действий, очень важны также его массо-габаритные характеристики, наличие автономного питания, наличие развитой системы цифровой обработки изображения, возможность записи термограмм, их передачи в ЭВМ, наличие аксессуаров, расширяющих его возможности (сменные объективы и фильтры). Не менее важны эргономические характеристики - размер и тип встроенного дисплея, расположение и число органов управления, удобство обращения и другие параметры.

В процессе эксплуатации ВС ВН крайне важна способность тепловизора работать при различных температурах как низких так и высоких и его метрологическая надежность в этих условиях, а также устойчивость к транспортным вибрациям.

#### Список литературы

1. Вавилов В.П. Тепловые методы контроля композиционных структур и изделий радиоэлектроники. -М.: Радио и связь, 1984. -152 с.
2. Вавилов В.П. Тепловые методы неразрушающего контроля. -М.:Машиностроение, 1991. -240 с.124
3. Васильев Л.Л., Ханаева С.А. Теплофизические свойства пористых материалов. - Минск: Наука и техника, 1971. -266 с.
4. ГОСТ 18353-79. Контроль неразрушающий. Термины и определения.
5. Лукаш В.П. Определение температуры объектов с помощью тепловизионных систем. ЦИАМ, Обзор, № 156,1982. -58с.
6. Жуков А.Г., Горюнов А.Н., Кажфа А.А. Тепловизионные приборы и их применение. - М.: Радио и связь, 1983. -168 с.
7. Голубь Б.И., Пахомов И.И. Собственное излучение оптических систем оптико-электронных приборов. -М.: Машиностроение, 1978. -144 с.

© Смирнов Д.Н., Кутищев Д.С., Ткачев В.И., Гайворонский И.С., 2019

УДК 621

**Смирнов Д.Н.**

преподаватель кафедры Военного учебно-научного центра Военно-воздушных сил «Военно-воздушная академия им. проф. Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина» (г. Воронеж)

**Чернопятова С.А.**

старший преподаватель кафедры Военного учебно-научного центра Военно-воздушных сил «Военно-воздушная академия им. проф. Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина» (г. Воронеж)

**Кутищев Д.С.**

доцент кафедры Военного учебно-научного центра Военно-воздушных сил «Военно-воздушная академия им. проф. Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина» (г. Воронеж)

**Гайворонский И.С.**

курсант Военного учебно-научного центра Военно-воздушных сил «Военно-воздушная академия им. проф. Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина» (г. Воронеж)

Smirnov D.N.

teacher of the department Military Educational and Scientific Center of the Air Force «N.E. Zhukovsky and Y.A. Gagarin Air Force Academy» (Voronezh)

Chernopyatova S.A.

Senior lecturer of the department Military Educational and Scientific Center of the Air Force «N.E. Zhukovsky and Y.A. Gagarin Air Force Academy» (Voronezh)

Kutishchev D.S.

assistant professor of the department Military Educational and Scientific Center of the Air Force «N.E. Zhukovsky and Y.A. Gagarin Air Force Academy» (Voronezh)

Gaivoronsky I.S.

cadet of the department Military Educational and Scientific Center of the Air Force «N.E. Zhukovsky and Y.A. Gagarin Air Force Academy» (Voronezh)

## **АНАЛИЗ ФУНДАМЕНТАЛЬНЫХ МЕТОДИК ТЕПЛОВОЙ ДИАГНОСТИКИ**

### **ANALYSIS OF FUNDAMENTAL METHODS OF HEAT DIAGNOSTICS**

Ключевые слова: неразрушающий контроль, термография, тепловизионные измерения, тепловизор.

Аннотация: В статье рассматриваются фундаментальные методики тепловой диагностики, приводятся рекомендации диагностам, показано направление расширения области применения тепловой диагностики для решения вопросов оперативного контроля авиационных материалов, деталей и конструкций.

Keywords: non-destructive testing, thermography, thermal imaging measurements, thermal imager.

Abstract: The article discusses the fundamental methods of thermal diagnostics, provides recommendations to diagnosticians, shows the direction of expansion of the scope of thermal diagnostics to solve issues of operational control of aviation materials, parts and structures.

В настоящее время практически все методы неразрушающего контроля (НК)

используются при оценке качества и диагностике авиационных деталей и конструкций. Среди них значительное внимание уделяют развитию теплового метода.

Тепловой неразрушающий контроль (ТНК) является одним из распространенных методов, нашедшим широкое применение в различных отраслях промышленности, в частности, при контроле строительных материалов и конструкций, изделий электроэнергетики, в нефтегазовой и атомной промышленности и т.п. В последнее время ТНК получил признание и развивается применительно к решению задач оперативного контроля авиационных материалов, деталей и конструкций [1-3].

Для того чтобы решать вопросы оперативного контроля авиационных материалов, деталей и конструкций необходимо расширять область применения тепловой диагностики. В связи с этим в данной статье рассмотрим следующие фундаментальные методики тепловой диагностики:

1. Сравнительная термография.
2. Опорные обследования.
3. Температурные тренды.

Основной методикой является сравнительная термография. Сравнительная термография – это процесс сравнения состояния похожих компонентов в похожих условиях, для оценки состояния проверяемого оборудования.

При правильном и корректном использовании сравнительной термографии, отличия в обследуемом оборудовании часто будут указывать на его состояние. Количественная термография, в отличие от качественной термографии, требует более полного понимания переменных и ограничений, влияющих на результаты радиометрических измерений. Количественная термография – это термография, которая использует радиометрические значения температуры. Качественная термография – это термография, которая не использует радиометрические значения температуры.

Важно определить, какая величина погрешности является допустимой, перед началом обследования, чтобы работать внимательно и оставаться в пределах этой погрешности. В основном, для понимания количественной термографии важно практическое изучение передачи тепла и опыт использования тепловизора. Большая часть тепловизионных обследований состоит в сравнении. Сравнивая обследуемый объект с подобным зачастую просто обнаружить проблему. Обучение и опыт являются основой данного процесса, поскольку может существовать множество факторов, которые необходимо учитывать. Чтобы сравнительная термография была эффективной, диагност должен исключить из сравнения все факторы, кроме одного. Часто это простое, но важное требование не выполняется из-за сложных условий проведения обследования или недостаточных навыков диагноста. В результате, данные могут быть непоказательными или могут приводить к неверным выводам. Необходимо принимать во внимание все факторы, которые могут привести к образованию наблюдаемых тепловых сигнатур.

Сам по себе, тепловизор не может проанализировать изображение. Это

сочетание умения, опыта и уверенности диагноста в правильном использовании системы, зачастую в сочетании с дополнительными данными, необходимыми для правильной интерпретации. Конечно, неправильная диагностика отклонения может привести к повреждению или утрате ценного оборудования. При использовании сравнительной термографии, полезно собрать как можно больше информации об обследуемом оборудовании. Это может быть информация о конструкции, характере работы, возможных причинах неисправности, направлении тепловых потоков, а так же история работы объекта. Поскольку эти данные не всегда доступны, диагност должен уметь задавать владельцам оборудования или специалистам по эксплуатации четкие, простые вопросы. Важнее, чем умение задавать вопросы, умение диагноста внимательно слушать ответы. Многие диагносты не справляются с этими задачами как вместе, так и по отдельности, что влияет на их работу. Навыки общения для диагноста так же важны, как и техническая подготовка, особенно при работе с незнакомым оборудованием или материалами.

Опорные обследования должны установить опорные точки, характеризующие работу оборудования в нормальном рабочем состоянии. Важно определить, что такое нормальное или желаемое состояние оборудования, и использовать его как опорную сигнатуру, с которой в дальнейшем будут сравниваться последующие изображения. Часто опорная сигнатура является однородной или каким-то образом связано со структурой обследуемого объекта. Например, после регламентных и ремонтных работ на авиационной технике любые отличия являются признаками изменения технического состояния.

Другая методика проведения тепловизионных обследований связана с выявлением температурных трендов. Выявление температурных трендов – это процесс, который используется диагностами для сравнения распределения температур компонента во времени. Определение тепловых трендов широко применяется для обследования механического оборудования, где нормальные тепловые сигнатуры могут быть сложными. Такая методика так же полезна, если тепловые сигнатуры, указывающие на неисправность, медленно изменяются со временем. Например, построение тепловых трендов может использоваться для контроля работы огнеупорной (высокотемпературной) теплоизоляции в специальной железнодорожной платформе, чтобы определить оптимальное время для проведения обслуживания.

Для диагноста важно понимать все факторы, влияющие на обследуемое оборудование. Диагносты должны понимать принципы работы различных систем и развивать навыки поиска неисправностей. Если данные тщательно собираются, а изменения анализируются, эти методы могут очень точно отобразить развитие состояния. Однако, важно помнить, что построение тренда позволяет только сделать предположения, а не предсказать будущее.

Таким образом, сочетание рассмотренных фундаментальных методик и рекомендации диагностам, позволят расширять область применения тепловой диагностики для решения вопросов оперативного контроля авиационных материалов, деталей и конструкций.

## Список литературы

1. Неразрушающий контроль. Справочник в 8 т., под общей ред. В. В. Клюева. Т. 5, кн. 1: Тепловой контроль, В. П. Вавилов. М. Машиностроение, 2004 г., 394 с.
2. Nondestructive Testing HANDBOOK, v. 3, Infrared Thermal Testing, Xavier P. V. Maldague. American Society NDT, 2001, 718p.
3. Тепловой неразрушающий контроль изделий. Научно-методическое пособие. Раздел 4.3 «Экспериментальные исследования и внедрение методов и средств автоматизированного ТК многослойных изделий из ПКМ». О Н. Будадин, А. И. Потапов и др. М., Наука, 2002 г, с. 288 – 316.
4. Берг, Л.Г. Введение в термографию / Л.Г. Берг. – 2-е доп. изд. – М. : Наука, 1969. – 396 с.

© Смирнов Д.Н., Чернопятова С.А., Кутищев Д.С., Гайворонский И.С., 2019

УДК 006.91

**Смирнов Д.Н.**

Smirnov D.N.

преподаватель кафедры Военного учебно-научного центра Военно-воздушных сил «Военно-воздушная академия им. проф. Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина» (г. Воронеж)

teacher of the department Military Educational and Scientific Center of the Air Force «N.E. Zhukovsky and Y.A. Gagarin Air Force Academy» (Voronezh)

**Чернопятова С.А.**

Chernopyatova S.A.

старший преподаватель кафедры Военного учебно-научного центра Военно-воздушных сил «Военно-воздушная академия им. проф. Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина» (г. Воронеж)

Senior lecturer of the department Military Educational and Scientific Center of the Air Force «N.E. Zhukovsky and Y.A. Gagarin Air Force Academy» (Voronezh)

**Кутищев Д.С.**

Kutishchev D.S.

доцент кафедры Военного учебно-научного центра Военно-воздушных сил «Военно-воздушная академия им. проф. Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина» (г. Воронеж)

assistant professor of the department Military Educational and Scientific Center of the Air Force «N.E. Zhukovsky and Y.A. Gagarin Air Force Academy» (Voronezh)

**Гайворонский И.С.**

Gaivoronsky I.S.

курсант Военного учебно-научного центра Военно-воздушных сил «Военно-воздушная академия им. проф. Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина» (г. Воронеж)

cadet of the department Military Educational and Scientific Center of the Air Force «N.E. Zhukovsky and Y.A. Gagarin Air Force Academy» (Voronezh)

**ИНФОРМАЦИОННО-МЕТРОЛОГИЧЕСКОЕ СОПРОВОЖДЕНИЕ  
ЖИЗНЕННОГО ЦИКЛА АВИАЦИОННОЙ ТЕХНИКИ НА ОСНОВЕ  
ТЕПЛОЙ ДИАГНОСТИКИ**

## INFORMATION AND METROLOGICAL SUPPORT OF THE LIFE CYCLE OF AVIATION TECHNOLOGY ON THE BASIS OF HEAT DIAGNOSTICS

Ключевые слова: неразрушающий контроль, тепловой контроль, информационно-метрологическое сопровождение, жизненный цикл, авиационная техника, диагностика.

Аннотация: В статье рассматриваются информационно-метрологическое сопровождение жизненного цикла авиационной техники на основе тепловой диагностики.

Keywords: non-destructive testing, thermal control, information and metrological support, life cycle, aviation technology, diagnostics.

Abstract: The article discusses the information and metrological support of the life cycle of aviation technology based on thermal diagnostics.

Надёжная оценка, прогноз технического состояния авиационной техники становятся проблемой не только нашей страны, но и всего мира, так как в авиакатастрофах погибают люди. Наша страна лидирует в мировой статистике авиационных катастроф с огромным отрывом. Самым трагичным для авиации России был 2011 год, мы заняли на первое место в списке смертельных катастроф. За 2011 год в результате авиакатастроф во всем мире погибли 514 человек, причем 120 из них – в России, что составляет более 20% от общего количества погибших [1]. За прошедший 2016 год из 305 человек, погибших в авиакатастрофах, в России погибло 82, что составило 27% из всего числа [2]. Так же по данным МЧС в первом полугодии 2016 года количество авиационных катастроф на территории России увеличилось по сравнению с аналогичным периодом предыдущего года более чем на 83% [3]. Основной причиной является старение парка воздушных судов и одновременное старение средств эксплуатации и ремонта, где одну из ключевых позиций занимают средства измерения.

Решение проблемы обеспечения надежности и живучести авиационной техники остается актуальной. Средства и методы, используемые при метрологическом обеспечении авиационной техники, обладают чрезмерной погрешностью (0,03 ... 6) % и не гарантируют раннего предупреждения об авиационных происшествиях. Из-за этого же их разрешающая способность оказалась недостаточной для того, чтобы различать индивидуальные особенности отдельных однотипных воздушных судов, регистрировать развитие износа их конструктивных элементов и деградацию конструкционных материалов. Таким образом, на традиционных принципах не удалось создать эффективные эргономичные встроенные контрольно-диагностические системы.

На фоне этого, точность измерений в фундаментальных научных исследованиях опережает на много порядков уровень точности, достигнутый в авиастроении. Техническая реализация фундаментальных достижений естественных наук уже во второй половине XX-го века обеспечила снижение относительных погрешностей измерений расстояний в «стерильных лабораторных условиях» – в пределах ( $10^{-15}$  ...  $10^{-10}$ ) %. В то же время уровень относительных погрешностей линейных измерений при метрологическом обеспечении производства и эксплуатации объектов авиастроения не опускается ниже ( $10^{-2}$  ...

$10^{-1}$ ) %. Столь резкий перепад уровня метрологического обеспечения научных исследований с одной стороны и авиастроения – с другой отражает реально сложившееся положение в современной технике, для которой характерны:

- неопределенность информации как об исходных значениях параметров конструкционных материалов от их номинальных значений, так и об их изменениях в процессе эксплуатации авиационной техники;

- отсутствие компактных встроенных информационно-измерительных систем, имеющих возможность обеспечить автоматическую диагностику функционирующих сложных систем, оценку их технического состояния и остаточного ресурса.

Прямыми следствиями этого является необходимость:

- соблюдения требуемых запасов прочности, что влечет пропорциональное изменение удельных габаритно-массовых характеристик конструкций, повышение их материало- и металлоемкости;

- тщательной и длительной экспериментальной опытно-конструкторской, конструкторско-технологической и опытно-промышленной отработки каждого изделия.

Отечественные контрольно-диагностические средства и методы, основанные преимущественно на амплитудных, главным образом, виброакустических подходах, не обеспечивают в полной мере информационно-метрологическое обеспечение жизненного цикла авиационной техники при разработке, изготовлении, эксплуатации и ремонте. Недостаточно и оперативное математическое обеспечение современного промышленного производства/ Положение усугубляется возрастанием вероятности аварий в связи с увеличением физического старения и износа оборудования и недостаточностью его возобновления.

В наиболее распространённой вибродиагностике основой получения информации являются виброволновые процессы, возникающие при взаимодействии частей устройства. Из-за погрешностей изготовления возникают вибрации, значительно превышающие виброволновые процессы от зарождающихся дефектов. В связи с приработкой, износом, изменением режимов работы, условий эксплуатации и деградацией технической системы происходит неизбежное изменение параметров колебательных процессов, исключающее наличие устойчивых во времени диагностических признаков.

В современных условиях применяются методы неразрушающего контроля, обеспечивающие оперативную регистрацию процессов деградации и обнаружения зарождающихся дефектов, функционирующих объектов, обеспечивающих диагностику и аварийную защиту. Одним из перспективных методов неразрушающего контроля является тепловой, в котором информацию о нарушениях сплошности, износа, предельного состояния до разрушения несет температура поверхности контролируемого объекта, значения которой определяются изменением теплофизических и геометрических характеристик нарушений теплопроводности. В настоящее время метод теплового неразрушающего контроля (ТНК) стал одним из самых востребованных в

теплоэнергетике, строительстве и промышленном производстве. В России повышение интереса к тепловому контролю, во многом связано с принятием Федерального закона № 261 – ФЗ «Об энергосбережении», регламентирующим энергоаудит объектов с целью экономии ресурсов. Согласно данным в законе определениям, базовым методом контроля текущего состояния промышленных объектов является тепловой метод [4].

Тепловой контроль имеет ряд преимуществ перед другими методами дефектоскопии:

- широкая область применения - возможность осуществления контроля как с тепловым нагружением объекта (активный тепловой контроль, например, металлоконструкций), так и без теплового нагружения (пассивный тепловой контроль, например, контроль резервуаров);

- большая возможность автоматизации процесса контроля вследствие его дистанционности - наличия некоторого определенного (иногда значительного) расстояния между объектом исследования и аппаратурой контроля;

- высокая производительность контроля при практически любой величине разрешения вследствие его дистанционности и применения современных средств тепловизионной техники, обеспечивающих регистрацию миллионов элементов в секунду;

- возможность несложной мобильной аппаратурной реализации;

- в большинстве случаев малые временные и финансовые затраты на внедрение, т.к. отсутствует необходимость в специальных дорогостоящих и сложных системах сканирования [5].

Как было сказано выше, методы и средства теплового неразрушающего контроля широко применяются в многих отраслях промышленности, но до сих пор не нашли применения в метрологическом сопровождении жизненного цикла авиационной техники. Внедрение данного метода позволит увеличить скорость и качество диагностики элементов систем авиационных комплексов, что, в свою очередь, повысит значения коэффициентов надежности и живучести авиационной техники.

#### Список литературы

1. Электронный ресурс URL: <http://hozyain-club.ru/новости/statistika-aviakatastrof-v-rossii.html>
2. Электронный ресурс URL: <http://dnr-pravda.ru/2016/12/08/posledniy-polet-ili-hronika-aviakatastrof-za-2016-god/>
3. Электронный ресурс URL: [https://www.gazeta.ru/social/news/2016/10/11/n\\_9206543](https://www.gazeta.ru/social/news/2016/10/11/n_9206543)
4. ГОСТ 23483-79 «Контроль неразрушающий. Методы теплового вида. Общие требования»
5. Неразрушающий контроль. Справочник. т.5. Тепловой контроль. Книга 1. В.П. Вавилов., Москва, "Машиностроение", 2006 г.

© Смирнов Д.Н., Чернопятова С.А., Кутищев Д.С., Гайворонский И.С., 2019

УДК 630.323.113

**Спиридонов Е.Г.**

профессор, доктор технических наук  
ФГКВОУ ВПО «Военный учебно-  
научный центр Военно-воздушных  
сил «Военно-воздушная академия им.  
проф. Н.Е. Жуковского и  
Ю.А. Гагарина», г. Воронеж, РФ

**Абрамова И.Н.**

кандидат технических наук, доцент  
ФГКВОУ ВПО «Военный учебно-  
научный центр Военно-воздушных  
сил «Военно-воздушная академия им.  
проф. Н.Е. Жуковского и  
Ю.А. Гагарина», г. Воронеж, РФ

**Маричев А.В.**

курсант ФГКВОУ ВПО «Военный  
учебно-научный центр Военно-  
воздушных сил «Военно-воздушная  
академия им. проф. Н.Е. Жуковского и  
Ю.А. Гагарина», г. Воронеж, РФ

**Воробьев А.Б.**

курсант ФГКВОУ ВПО «Военный  
учебно-научный центр Военно-  
воздушных сил «Военно-воздушная  
академия им. проф. Н.Е. Жуковского и  
Ю.А. Гагарина», г. Воронеж, РФ

**Ле И Нгуен (Вьетнам)**

курсант ФГКВОУ ВПО «Военный  
учебно-научный центр Военно-  
воздушных сил «Военно-воздушная  
академия им. проф. Н.Е. Жуковского и  
Ю.А. Гагарина», г. Воронеж, РФ

Spiridonov E.G.

professor, doctor of technical sciences  
FGKVOU VPO "Military Training and  
scientific center of the air force" air force  
academy. Prof. NOT. Zhukovsky and  
Yu.A. Gagarin ", Voronezh, RF

Abramova I.N.

candidate of technical sciences, associate  
professor FGKVOU VPO "Military  
training and research center of the air  
force" air force academy. prof. NOT.  
Zhukovsky and Yu.A. Gagarin ",

Voronezh, RF

Marichev A.V.

cadet of the Military Educational and  
Scientific Center of the Air Force  
"Military Air Academy named after Prof.  
NOT. Zhukovsky and Yu.A. Gagarin ",

Voronezh, RF

Vorobyov A.B.

cadet of the Military Educational and  
Scientific Center of the Air Force  
"Military Air Academy named after Prof.  
NOT. Zhukovsky and Yu.A. Gagarin ",

Voronezh, RF

Le I Nguen

cadet of the Military Educational and  
Scientific Center of the Air Force  
"Military Air Academy named after Prof.  
NOT. Zhukovsky and Yu.A. Gagarin ",

Voronezh, RF

## **ФАКТОРЫ, УЧИТЫВАЕМЫЕ ПРИ РАЗРАБОТКЕ КЛАССИФИКАЦИИ ТРАНСПОРТНОЙ ЛОГИСТИКИ В РЕШЕНИИ ЗАДАЧ ОРГАНИЗАЦИИ МУЛЬТИМОДАЛЬНЫХ ПЕРЕВОЗОК**

### **THE FACTORS CONSIDERED WHEN DEVELOPING CLASSIFICATION OF TRANSPORT LOGISTICS IN THE SOLUTION OF TASKS OF THE ORGANIZATION OF MULTIMODAL TRANSPORTATIONS**

Ключевые слова: транспортная логистика, пространственный фактор, процессный

фактор, инфраструктурный фактор. логистика мультимодальных перевозок

Аннотация: С позиции решаемых задач транспортная логистика – это потокоорганизующий элемент логистики. Присутствие транспортной составляющей в логистике, рассматриваемой изначально как целесообразное, управляемое движение экономических объектов, обладающих полезностью и ценностью, является объективной необходимостью. Транспортная логистика сосуществует с материальной логистикой и обуславливает материальный поток.

Keywords: transport logistics, spatial factor, process factor, infrastructure factor. multimodal transport logistics

Abstract: From the point of view of the tasks to be solved, transport logistics is a flow about the organizing element of logistics. The presence of the transport component in logistics, considered initially as an expedient, controlled movement of economic objects that have utility and value, is an objective necessity. Transport logistics coexists with material logistics and causes material flow.

Классификация имеет двойственное значение – научное и практическое. В науке классификация служит упорядочению знаний относительно изучаемого объекта, она строится в соответствии с требованиями формальной логики – правилами деления и классифицирования – и в этом смысле считается формальной классификацией. На практике к классификации прибегают при решении тех или иных, конкретно возникающих задач. Построение такой классификации должно проводиться также на строго научной основе, но с учетом ее назначения. Принцип целесообразности логического построения, каким является классификация, дополняющий правила деления и классифицирования, обеспечивает переход от классификации формальной к содержательной. Содержательная классификация апеллирует к формальной классификации, при этом чаще всего развивает и углубляет ее за счет более широкого набора признаков – оснований деления и классифицирования, выбор которых подчиняется содержанию решаемой при использовании классификации задачи.

С учетом этих вводных транспортная логистика, подвергаемая классификации, должна рассматриваться и как область научных знаний, и как сфера практической деятельности.

С позиции решаемых задач транспортная логистика – это потокоорганизующий элемент логистики. Присутствие транспортной составляющей в логистике, рассматриваемой изначально как целесообразное, управляемое движение экономических объектов, обладающих полезностью и ценностью, является объективной необходимостью. Транспортная логистика сосуществует с материальной логистикой и обуславливает материальный поток. Можно констатировать, что за исключением самоходных технических средств поток материальных объектов всецело зависит от транспортной логистики.

Аналогичное действие и аналогичный результат транспортная логистика обеспечивает в отношении людского потока, но делает это ограничено, с учетом того, что людской поток может быть обусловлен и собственным ресурсом – способностью людей к самостоятельному передвижению. В области финансовой логистики и информационной логистики транспортная логистика не имеет каких-либо приложений. Их потокоформирующие объекты обладают нефизической

субстанцией; при организации финансовых и информационных потоков пользуются иными, специализированными ресурсами. Полностью из рассмотрения выпадают также энергетические потоки, движение которых подчиняется законам физики.

Таким образом, относительно ресурсной логистики транспортная логистика позиционируется как сервисная логистика и обнаруживает предметно-содержательные особенности в зависимости от специфики организуемого по тока. Так, материальный поток в транспортной логистике обретает форму грузового потока, при этом потокообразующим объектом рассматривается грузовая единица – находящиеся в состоянии движения материальные ценности, заблаговременно подготовленные к нему в соответствии с требованиями заказчика (отсортированные, расфасованные, укомплектованные, упакованные и т.д. объекты). Трансформация материальных объектов в грузовые единицы особенно актуальна для организации мультимодальных перевозок, осуществляемых несколькими видами транспорта на основе одного договора. Решение задачи организации мультимодальных перевозок отвечает согласованным интересам грузополучателей и грузоотправителей и состоит в том, чтобы обеспечить полезность места каждой отдельной грузовой единицы.

В свете постановки такой задачи классификация транспортной логистики должна учитывать ряд факторов. При этом основная сложность состоит в том, чтобы отличить факторы и, соответственно, признаки, существенные для классификации транспортной логистики и классификации самого транспорта как инфраструктурной основы логистики.

1. Пространственный, или физико-географический, фактор – соотносится с физической средой, в которой совершается транспортировка – процесс перемещения груза между пунктами отправления и назначения, а также учитывает географию пути.

По признаку физической среды транспортировки принято различать:

- транспортную логистику воздушного транспорта;
- логистику наземного/подземного транспорта;
- логистику водного транспорта.

Иначе эту классификацию называют классификацией по видам транспорта. Однако реалии современной цивилизации требуют того, чтобы предусмотреть в этой классификации еще одну составляющую – логистику космического транспорта.

По признаку транспортных маршрутов и дальности транспортировки следует различать:

- логистику магистрального транспорта;
- логистику локального транспорта, например, внутрипроизводственного.

Близкой по смыслу к этой классификации является классификация транспортной логистики с учетом доступности пользования транспортом на географической территории:

- логистика транспорта общего пользования;
- логистика транспорта пользователя.

Очевидно, что такая классификация сопряжена с осуществлением права собственности и потому допускает вариант разграничения правомочий собственника и пользователя, например, на условиях лизинга (фрагт морского или речного судна, чартер воздушного судна, аренда автомобиля и т.п.), следствием применения которого становится логистика транспорта, находящегося в лизинге.

2. Техничко-технологический и процессный фактор – определяет содержание и технико-технологические возможности организации процесса транспортировки.

В классификации этот фактор может быть учтен исключительно в развитие предыдущей классификации по видам транспорта. Так, в логистике воздушного транспорта по признаку используемых транспортных средств можно различать:

- логистику моторных транспортных средств (реактивных, турбинных, турбовинтовых, винтовых);
- логистику безмоторных транспортных средств.

Очевидно, что в основу этой классификации положено отличие задействованного в механизме транспортного средства двигателя, что больше характеризует транспорт, чем логистику. С точки зрения логистики главное отличие используемых в процессе транспортировки транспортных средств определяется скоростью передвижения транспортных средств и потому при классификации транспортной логистики воздушного транспорта следует обозначить три группы: первую - логистика космического транспорта, вторая – логистика авиатранспорта, дирижаблей и третья, общее название которой не удастся предложить, куда можно будет отнести логистику планерных средств и т.п.

По этим же соображениям в логистике наземного транспорта следует различать логистику автомобильного транспорта, логистику железнодорожного транспорта, логистику трубопроводного (конкретно – газопроводного) транспорта. Однако исторически будет справедливым, если в данной классификации отдельную группу логистики соотнести с гужевым транспортом. В логистике подземного транспорта, помимо трубопроводного (конкретно – водопроводного, нефтепроводного и др.), необходимо учитывать возможность использования в целях грузоперевозки метропункта, который в классификации транспорта значится как железнодорожный подземный транспорт. В классификации логистики водного транспорта следует различать логистику морского и логистику речного транспорта.

Однако возможен и иной логистический подход к изучению действия рассматриваемого фактора, если принимать в расчет техническую мобильность транспортных средств. По этому признаку можно различать логистику с использованием подвижных транспортных средств и с использованием стационарных транспортных средств, имея в виду, что первая группа объединяет все виды транспорта за исключением трубопроводного, а вторая, соответственно, представлена одним – трубопроводным. Такую классификацию можно рассматривать как базовую, более общую относительно классификации логистики по видам используемых транспортных средств, а отличия видеть в том, что логистика с использованием подвижных транспортных средств оперирует двумя

сосуществующими потоками – потоком транспортных средств (транспортным потоком) и материальным потоком (грузопотоком), в логистике с использованием стационарных транспортных средств транспортный поток как таковой отсутствует. Стационарные транспортные средства – трубопроводы, не применяющие принцип самотечности, требуют сооружения специальных силовых установок, строительство которых удорожает транспортную систему, а эксплуатация отражается на общей величине транспортных логистических издержек.

Затратный, экономический аспект также важен в логистике, как и скорость перемещения. В этой связи следует обратить внимание на ряд инновационных видов транспорта, одним из которых является пневмотранспорт, конкретно – трубопроводный контейнерный пневмотранспорт. Согласно вышеприведенным классификациям он относится к группе наземного трубопроводного транспорта и реализует универсальный способ транспортировки различных грузов по трубопроводам круглого и прямоугольного сечения под действием перепада давления воздуха по любой траектории в любой местности. Технологически он представляет собой сооружение в составе транспортных коридоров, по которым движутся на колесах контейнеры с грузом за счет перепада давления, создаваемого воздуходувными агрегатами. В системе предусмотрены погрузочные и разгрузочные станции, стрелочные переводы, тормозные устройства, участки технического обслуживания, обеспечивающие выполнение технологических операций процесса транспортировки в режиме автоматизации и дистанционного управления. Стоимость перевозки грузов трубопроводным контейнерным пневмотранспортом дешевле стоимости перевозки аналогичных грузов традиционными видами наземного транспорта (автомобильным и железнодорожным) по капитальным затратам в 2 –3 раза, а по эксплуатационным затратам – в 30 – 35 раз. Срок службы системы составляет порядка 40- 50 лет. Применяемая технология действия трубопроводного контейнерного пневмотранспорта позволяет создавать системы как локального, так и магистрального масштаба, что позволяет задуматься о конкуренции, которые эти системы могут составить мультимодальным грузоперевозкам. С позиции распределения материальных потоков имеет значение классификация логистики по типам используемых транспортных средств:

- логистика транспортных средств общего применения;
- логистика специальных транспортных средств, используемых для транспортировки определенных категорий грузов, например, вредных и опасных материалов, драгоценных металлов, драгоценных камней, денежных знаков;
- логистика специализированных транспортных средств, совмещающих процессы транспортировки с технологическими процессами обработки, переработки и др.

Ученые и инженеры-проектировщики создают научный прецедент к тому, что специальным и специализированным может быть не только транспортное средство, но и вид транспорта, пример чему подает вышеназванный пневмотранспорт. Разработанный для транспортировки сыпучих грузов, он может

быть адаптирован применением для доставки рудных и нерудных материалов от карьеров и обогатительных фабрик к местам переработки и потребления, для транспортировки производственных и бытовых отходов, для обеспечения внутризаводских систем транспортировки на предприятиях с поточным типом производства, библиотечных систем обслуживания и т.д.

Исходя из прецедентов, созданных в инженерных науках и на практике, классификация транспортной логистики может быть проведена в разрезе видов транспорта и/или транспортных средств:

- логистика грузоперевозок специализированными по видам транспорта транспортными средствами, например, транспортировка навалочных или сыпучих грузов судовыми баржами, контейнерные перевозки автотранспортом и др.;

- логистика грузоперевозок универсальными транспортными средствами, или логистика смешанной перевозки, например, судами класса «река-море».

Построение процессной классификации транспортной логистики становится необходимым и востребуется на практике в связи с переходом от управления потоками к управлению бизнес-процессами, где промежуточным звеном предстает управление технологическими процессами и операциями.

С технологической точки зрения процесс транспортировки, помимо собственно перевозки, включает операции при работе с транспортным средством (погрузка – разгрузка), операции терминальной и складской обработки на транспорте и др. С организационной – предусматривает сбор и обработку заказов на транспортировку, формирование грузовых единиц, адресных партий отправки, отправку и приемку грузов, поддержание запасов на транспорте, документальное сопровождение грузопотоков и др.. С юридической точки зрения - предполагает (при необходимости) заключение договоров, регламентирующих взаимоотношения грузоотправителей, грузополучателей, транспортных организаций и других организаций логистического сервиса. Исходя из этого, по признаку процессной структуризации в составе транспортной логистики выделяются, соответственно:

- логистика транспортировки, или логистика транспортного сервиса;
- логистика экспедирования, или логистика организационного сервиса;
- трансакционная логистика.

Знание процессной и/или операционной классификации транспортной логистики имеет значение для проектирования логистических услуг и организации работы логистических операторов, осуществляющих транспортное и экспедиционное обслуживание.

Логистика мультимодальных перевозок отличается тем, что предъявляет особые требования к обеспечению технической, технологической и организационной сопряженности транспортного процесса. Техническая сопряженность означает согласованность параметров транспортных средств как внутри отдельных видов транспорта, так и межвидовую. Технологическая сопряженность отдельных видов транспорта подразумевает применение единой технологии транспортировки, прямые перегрузки, бесперегрузочное сообщение. Организационная сопряженность достигается через согласование экономических

интересов участников процесса транспортировки (грузовладельцев и транспортных организаций), применение общих подходов к исследованию конъюнктуры рынка и построению тарифной системы, а также совместное планирование - разработку и применение единых планов-графиков.

3. Инфраструктурный фактор – раскрывает сервисное обеспечение процесса транспортировки при использовании средств технико-технологической поддержки операций перевозки. Действие этого фактора обнаруживается в сочетании с технико-технологическим фактором, определяющим содержание основных операций транспортной логистики, и имеет аналогичное с ним значение. Инфраструктурный фактор формирует условия для выполнения вспомогательных операций, какими являются: погрузка-разгрузка, терминальная и складская обработка, хранение, информационное сопровождение грузопотоков и др. Средствами технического обеспечения сервиса предстают: транспортные и подъездные пути (автомобильные, железные дороги, транспортные коридоры и т.д.), погрузочно-разгрузочная техника общего применения и специализированная по видам транспорта, складские комплексы, терминалы.

По месту предоставления сервиса в составе логистики транспортного сервиса выделяются:

- навигационная логистика, или логистика сопровождения грузопотоков;
- стационарная логистика, или логистика технической обработки грузопотоков и хранения грузов.

Предположительно подобные логические действия могут быть произведены и в отношении других выделенных по технико-технологическому и процессному фактору классификационных видов транспортной логистики - логистики организационного сервиса и транзакционной логистики.

В порядке подведения итога следует указать, что в решении задачи организации мультимодальных перевозок должна применяться многофакторная классификация транспортной логистики, которую следует составлять в разрезе нескольких, наиболее значимых признаков, что трансформирует выборку классификаций, сформированную с учетом содержания решаемой задачи, в типологическую группировку.

#### Список литературы

1. Зеваков, А.М. Логистика материальных запасов и финансовых активов / А.М. Зеваков. - СПб.: Питер, 2006. – 252 с.
2. Сток, Д.Р. Стратегическое управление логистикой / Д.Р. Сток, Д.М. Ламберт. - М.: ИНФРА-М, 2005. – 797 с.
3. Курганов, В.М. Логистические транспортные потоки / В.М. Курганов. - М.: Дашков и К., 2003. – 252 с.
4. Григорьев, М.Н. Логистика: учеб. пособие / М.Н. Григорьев, А.П. Долгов, С.А. Уваров. - М.: Гардарики. 2007. – 475 с.
5. Сергеев, В.И. Логистика в бизнесе: учебник / В.И. Сергеев. - М.: ИНФРА-М, 2001. – 608 с.

© Спиридонов Е.Г., Абрамова И.Н., Маричев А.В., Воробьев А.Б., Ле И Нгуен, 2019

УДК 630.323.113

**Спиридонов Е.Г.**

профессор, доктор технических наук  
ФГКВОУ ВПО «Военный учебно-  
научный центр Военно-воздушных  
сил «Военно-воздушная академия им.  
проф. Н.Е. Жуковского и  
Ю.А. Гагарина», г. Воронеж, РФ

**Абрамова И.Н.**

кандидат технических наук, доцент  
ФГКВОУ ВПО «Военный учебно-  
научный центр Военно-воздушных  
сил «Военно-воздушная академия им.  
проф. Н.Е. Жуковского и  
Ю.А. Гагарина», г. Воронеж, РФ

**Маричев А.В.**

курсант ФГКВОУ ВПО «Военный  
учебно-научный центр Военно-  
воздушных сил «Военно-воздушная  
академия им. проф. Н.Е. Жуковского и  
Ю.А. Гагарина», г. Воронеж, РФ

**Воробьев А.Б.**

курсант ФГКВОУ ВПО «Военный  
учебно-научный центр Военно-  
воздушных сил «Военно-воздушная  
академия им. проф. Н.Е. Жуковского и  
Ю.А. Гагарина», г. Воронеж, РФ

**Томбе Эпифанио Антонио (Ангола)**

курсант ФГКВОУ ВПО «Военный  
учебно-научный центр Военно-  
воздушных сил «Военно-воздушная  
академия им. проф. Н.Е. Жуковского и  
Ю.А. Гагарина», г. Воронеж, РФ

Spiridonov E.G.

professor, doctor of technical sciences  
FGKVOU VPO "Military Training and  
scientific center of the air force" air force  
academy. Prof. NOT. Zhukovsky and  
Yu.A. Gagarin ", Voronezh, RF

Abramova I.N.

candidate of technical sciences, associate  
professor FGKVOU VPO "Military  
training and research center of the air  
force" air force academy. prof. NOT.  
Zhukovsky and Yu.A. Gagarin ",

Voronezh, RF

Marichev A.V.

cadet of the Military Educational and  
Scientific Center of the Air Force  
"Military Air Academy named after Prof.  
NOT. Zhukovsky and Yu.A. Gagarin ",

Voronezh, RF

Vorobyov A.B.  
cadet of the Military Educational and  
Scientific Center of the Air Force  
"Military Air Academy named after Prof.  
NOT. Zhukovsky and Yu.A. Gagarin ",

Voronezh, RF

Tombe Epifanio Antonio  
cadet of the Military Educational and  
Scientific Center of the Air Force  
"Military Air Academy named after Prof.  
NOT. Zhukovsky and Yu.A. Gagarin ",  
Voronezh, RF

## **МАКРОЭКОНОМИЧЕСКИЙ КОНТЕКСТ ПРИ РАЗРАБОТКЕ ПРИНЦИПОВ УПРАВЛЕНИЯ ТРАНСПОРТОМ**

### **MACROECONOMIC CONTEXT WHEN DEVELOPING THE PRINCIPLES OF CONTROL OF TRANSPORT**

Ключевые слова: принципы управления транспортом, логистика и управление цепями поставок, транспортная логистика, интермодальные перевозки, мультимодальные перевозки

Аннотация: Транспортная логистика в экономике позиционируется как системная интеграция транспортных и логистических активностей в форме транспортно-логистических услуг для оптимизации грузопотоков. В этом определении обращает на себя внимание тот факт,

что транспортная логистика, в сравнении с транспортом, оперирует только грузовыми потоками, исключая пассажиропотоки, причем этот нюанс прослеживается и в содержании Транспортной стратегии РФ на период до 2030 года, от 11 июня 2014 года.

Keywords: principles of transport management, logistics and supply chain management, transport logistics, intermodal transport, multimodal transport

Abstract: Transport logistics in the economy is positioned as a system integration of transport and logistics activities in the form of transport and logistics services to optimize cargo flows. In this definition, attention is drawn to the fact that transport logistics, in comparison with transport, operates only with cargo flows, excluding passenger flows, and this nuance can be traced in the content of the Transport strategy of the Russian Federation for the period up to 2030, from June 11, 2014.

Современная экономика организована так, что связанность отдельных видов экономической деятельности предопределяется принятым разделением труда – частным, единичным и общественным. Примером тому являются транспорт и логистика. Эти виды экономической деятельности можно соотнести как предмет и метод, и обращаясь к «Большому экономическому словарю», где записано следующее: «предмет – то, на что направлено какое либо действие»; «метод – прием, способ или образ действия».

Указанная связанность выявляется, прежде всего, из анализа принципов, которые совпадают или коррелируют по многим их составляющим.

Транспорт в экономике является грузопроектирующей и пассажирообслуживающей системой перевозок, обеспечивающей удовлетворение одноименных потребностей на условиях безопасности и экологичности. В данном лаконичном определении представлены главные принципы организации транспорта:

- системная организация перевозок (транспортировки);
- маркетинговая ориентация на удовлетворение потребностей в перевозке грузов и транспортном обслуживании населения;
- безопасность для потребителей;
- экологичность для окружающей природной среды.

Ключевым в приведенном перечне является принцип системности в организации транспортировки – основного процесса, характеризующего транспорт как вид экономической деятельности и специализированного по видам транспорта. Принятие решений о транспортировке обосновывается действием критерия, согласно которому результат транспортного обслуживания, его качество оценивается по характеристикам скорости и надежности транспортировки; надежность, при этом, характеризуется постоянной частотой и постоянной продолжительностью перевозок. Наряду с качеством оценка производится по уровню затрат.

Так, при организации грузоперевозок исходят из необходимости учета веса транспортируемого груза и расстояния транспортировки, что выражается требованием достижения экономии за счет объемов грузоперевозки и за счет дальности маршрутов. В основу первой составляющей этого требования положена очевидная закономерность: чем тяжелее груз, тем меньше расходы на единицу веса при перевозке одним и тем же видом транспорта (транспортным средством).

Экономия за счет объемов грузоперевозки возникает на условно-постоянных транспортных расходах, таких как административные расходы, затраты, связанные с обработкой заказов на транспортировку, затраты на оплату простоев транспортного средства под погрузкой-разгрузкой, на оформление платежных документов, эксплуатационные расходы и др., в расчете на единицу веса. Вторая составляющая - требование экономии за счет дальности маршрутов - предусматривает сокращение транспортных расходов на единицу расстояния. Эта экономия имеет аналогичную природу с той лишь разницей, что условно-постоянные расходы распределяются по длине маршрута транспортировки. Оба требования экономичности – суть принципы убывания (чем больше объем и длина маршрута, тем меньше удельные транспортные расходы) – подлежат учету при решении транспортных задач в практике организации транспортировки при обязательном удовлетворении сервисных ожиданий потребителей услуг и экологических ожиданий населения территорий прокладки транспортных путей и выстраивания транспортных маршрутов.

Практика доказывает, что действие принципов организации транспорта существенно усложняется при использовании схем смешанных перевозок.

Объединяющие несколько видов транспорта они позволяют извлечь преимущества каждого из них и предоставить транспортные услуги с наименьшими затратами.

Наряду с принципами организации, вводятся принципы управления транспортом, которые для корректности обоснований также должны быть учтены при исследовании соотношения транспорта и логистики, поскольку логистика подразумевает наличие управленческой составляющей. В этой связи следует обратить внимание на то, что управление на транспорте обнаруживает ряд особенностей, актуальных, прежде всего, для российской экономики:

- пространственное размещение взаимодействующих видов транспорта на большой территории и непрерывный процесс работы многих из них, например, железнодорожного транспорта;

- необходимость четкого выполнения технологических функций, связанных с безопасностью перевозок;

- единоначалие, дисциплинированность и диспетчеризация в управлении перевозочным процессом;

- тесная взаимосвязь и взаимозависимость всех звеньев перевозочного конвейера.

Как видно, формулировка принципов управления транспортом несет в себе макроэкономический контекст и отражает общегосударственную позицию по отношению к транспорту как системной составляющей национальной экономики:

1. Транспорт – одна из важнейших отраслей производственной и социальной инфраструктуры, которая рассматривается государством в качестве приоритетной, оказывающей влияние на экономическое развитие в целом.

2. Равные условия, правовые гарантии и хозяйственная самостоятельность для функционирования и развития предприятий отрасли, независимо от формы собственности. Равенство всех субъектов рынка при транспортном обслуживании.

3. Государственное экономическое регулирование, включая организацию рынка транспортных услуг и контроль за допуском предприятий на рынок; регулирование ценообразования на транспорте (регламентация правил формирования тарифов и установление обязательного тарифа); налоговое регулирование (налоговые льготы по затратам на модернизацию и развитие транспорта, введение специальных региональных налогов); инвестиционное регулирование (участие государства в реализации наиболее капиталоемких проектов).

4. Делегирование федеральных полномочий региональным органам управления, в частности, отнесение к компетенции местных администраций решение ряда вопросов, например: распределение централизованных дотаций, материальных ресурсов между предприятиями транспорта; контроль за местными тарифами; управление предприятиями, находящимися в федеральной собственности и др.

В исследовании связности транспорта и логистики важно понимать, что логистика универсальна в своем приложении; она имеет дело с потокоформирующими объектами, потоками и управляемыми потоковыми процессами в экономике. Будучи видом экономической деятельности, логистика, в отличие от транспорта, организационно не обособлена. И поэтому ее принципы формулируются в общеэкономическом ключе, безотносительно области применения, с акцентом на концептуальные положения науки. Одним из наиболее полных обобщений можно рассматривать перечень принципов, представленный коллективом авторов современного учебного издания «Логистика и управление цепями поставок» под редакцией В.В. Щербакова: системность, комплексность, научность, конкретность, конструктивность, надежность, вариантность, интегративность, эффективность, гибкость, превентивность.

Известность содержательной трактовки этих принципов в профессиональной среде логистов и их практическая востребованность, позволяют оперировать ими без дополнительных комментариев, сосредоточив внимание на соотношении с принципами организации транспорта. Эта исследовательская работа результативна тем, что дает ключ к пониманию синергизма транспорта и логистики, обуславливающего развитие транспортной логистики.

Так, принцип системной организации транспортировки обнаруживает взаимно однозначное соответствие с логистическим принципом системности, подразумевающим формирование потока, выделение находящихся в движении потокоформирующих объектов в самостоятельную управляемую подсистему и применение по отношению к ней системного подхода. Аналогичная связь устанавливается между созвучными по названию (и в организации транспорта, и в логистике) принципами надежности и экономичности (эффективности).

Принцип маркетинговой ориентации транспортных услуг коррелируется с логистическими принципами комплексности (формирование всех видов инфраструктурного обеспечения для осуществления движения потоков), конкретности (целеориентация на определенный результат потокового процесса в соответствии с технико-технологическими, экономическими и иными

требованиями), вариативность (возможность адекватного реагирования на изменение потребностей), интегративность (сочетаемость потоков и процессов для обеспечения качества обслуживания) в той мере, в какой все они воплощены в правилах логистики (7R) и сопряжены с основными правилами маркетинга (7P).

Для таких принципов логистики, как научность, гибкость, превентивность, обнаруживается связь с принципами управления транспортом, поскольку они работают, соответственно, на: усиление обоснованности решений в управлении потоком - от планирования до анализа, выполнение расчетов параметров траекторий движения потоков (научность); изучение тенденций изменения состояния экономической среды и выработку адекватных им действий (гибкость); предупреждение возможных негативных последствий с точки зрения их воздействия на ожидаемый результат (превентивность).

Технологическая компонента логистического принципа превентивности состоит в прямой связи с принципами безопасности и экологичности в организации транспорта. Между тем, даже если бы два этих принципа - безопасность и экологичность - не обнаруживали прямых соответствий с универсальными принципами логистики, в силу их общественной значимости, на наш взгляд, они должны были бы обрести присутствие в составе принципов транспортной логистики, обусловленной синергией транспорта и логистики.

Транспортная логистика в экономике позиционируется как системная интеграция транспортных и логистических активностей (действий хозяйствующих субъектов) в форме транспортно-логистических услуг для оптимизации грузопотоков. В этом определении обращает на себя внимание тот факт, что транспортная логистика, в сравнении с транспортом, оперирует только грузовыми потоками, исключая пассажиропотоки, причем этот нюанс прослеживается и в содержании Транспортной стратегии РФ на период до 2030 года, изложенной в редакции от 11 июня 2014 года.

Воздерживаясь (здесь) от участия в дискуссии по этому вопросу, можно отметить, что момент исключения пассажиропотока из сферы обслуживания транспортной логистики прослеживается и в перечне ее принципов, прописанных в ранее указанном учебном издании:

- оптимальность – транспортные процессы при всех возможных вариантах должны совершаться наиболее рациональным способом, с учетом выбранных критериев: наличие или отсутствие подъездных путей и транспортной инфраструктуры, дальность перевозок, сложность маршрутов и т.д.;

- надежность – транспортные процессы должны обеспечивать соблюдение сроков отправления, движения, перевалки, прибытия, установленных графиком. Состыковка транспортных средств должна осуществляться ритмично, без опоздания одних и простаивания других видов транспорта. Риск несинхронизированности в движении материального потока по вине транспорта должен быть минимальным;

- эффективность – работа транспорта должна осуществляться так, что-бы наиболее полно удовлетворять потребности в перевозке при соблюдении условий максимально полной загрузки транспортных средств по грузопместимости и

грузоподъемности, обеспечения загрузки в обратный или следующий рейс, увеличения показателей использования пробега, сокращения общих затрат на транспортировку.

В целом указанные принципы носят кумулятивный, обобщающий характер по отношению к принципам транспорта и логистики, что, на наш взгляд, может служить доказательством синергетической природы транспортной логистики. При реализации принципов логистики транспортное обслуживание должно претворять правила логистики – доставка определенного груза в указанное место и обозначенное время, в требуемом количестве и надлежащего качества, конкретному грузополучателю с оптимальными транспортными издержками.

Совокупное действие принципов транспортной логистики просматривается в их общей ориентации на сокращение так называемых транспортных запасов в экономике, или запасов в пути, – суть запасов товарно-материальных ценностей, находящихся в процессе транспортировки от поставщиков к потребителям. Парадокс состоит в том, что товарный запас предстает физическим отражением, способом существования материального потока в логистике, в том числе грузопотока в транспортной логистике, и если наличие транспортного запаса является признаком взаимодействия транспорта и логистики, то его сокращение – признаком синергии транспорта и логистики..

Транспортная логистика как отдельный вид экономической деятельности и отдельное направление в теории логистики имеет свои предметно-содержательные особенности. Они проявляются изначально в характере управляемого логистического потока, и конкретно – его материальной составляющей.

На грузовом транспорте материальный поток формируется двумя разновидностями объектов, один из которых – грузовая единица, а другой – единичное транспортное средство, и разделяется, соответственно, на грузовой поток (поток товарно-материальных ценностей) и транспортный поток (поток транспортных средств). Их независимость обуславливается автономностью собственников – грузовладельца и владельца транспортных средств, что, тем не менее, предполагает наличие неразрывной связи.

В логистике эта связь проявляется двойственно: грузовой поток не может существовать в отсутствие транспортного потока, в то время как транспортный поток не должен, но может существовать без грузового, товарно-материального потока.

Разделение логистического потока на составляющие - грузовой и транспортный потоки – обусловлено разделением транспортной логистики на материальную и сервисную составляющую, что само по себе далеко от формально-логического действия, каким является ресурсная классификация логистики. Напротив, оно имеет под собой глубокие экономические основания, поскольку сопряжено с исследованием проблемы загрузки транспортных средств (диагностированием, мониторингом состояния, регулированием напряженности), в том числе в ее предельном состоянии – проблемы «порожного пробега» на транспорте.

Эта проблема имеет множественный контекст, в основу которого положено

главное: порожний пробег является показателем эксплуатационной работы транспорта. Так, в макроэкономическом масштабе существование «порожного пробега» замедляет воспроизводственные процессы, удлиняет кругооборот материальных факторов производства, увеличивает транспортную составляющую в цене продукции. На уровне основного экономического звена – влечет за собой потери в эффективности, обуславливает непродуктивное использование и износ транспортных средств, удорожает себестоимость, снижает рентабельность производства.

Потребность в практическом применении логистики на транспорте делает необходимым определить границы отличия организации транспорта и транспортной логистики, в том числе с учетом внутренней логики развития науки.

Опираясь на идею связанности транспорта и логистики, можно предположить, что соотносимые области знаний (и, соответственно, компетенций) в паре «транспорт – логистика» регулируют технологические процессы, в то время как в паре «организация транспорта – транспортная логистика» они проявляют свою компетентность в сфере экономики. При этом технологическая составляющая обнаруживает свое присутствие в транспортной логистике преобладающей (по сравнению с транспортом) ролью логистики, которая наряду с технологическими должна выполнять и управленческие функции (рис. 1).

Транспортная логистика заимствует у транспорта комплексную функцию транспортно-экспедиционного обеспечения грузоперевозок, в составе которой транспортное обеспечение сосредоточивается непосредственно на перемещении грузов в пространстве и во времени с оказанием услуг по перевозке, погрузке-разгрузке и хранению, а экспедиционное обеспечение – на выполнении работ и операций, поддерживающих перевозочный процесс - собственно экспедиторские, коммерческо-правовые, информационно-консультационные услуги и др.

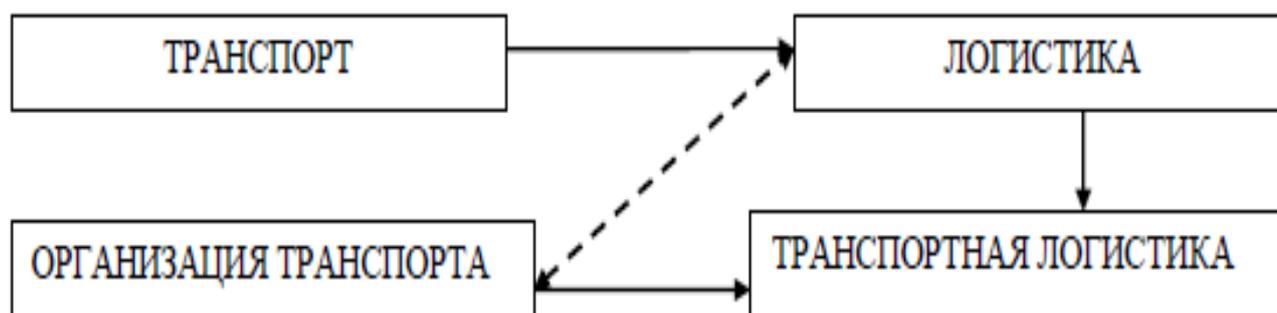


Рисунок 1. - Взаимосвязь транспорта, логистики, организации транспорта и транспортной логистики

В результате транспортно-экспедиционное обеспечение представляет собой организационно-технологический комплекс работ, включающий:

- планирование и организацию доставки продукции от мест производства к местам потребления, оказание услуг по формированию грузовых единиц и подготовке их к перевозке;

- составление необходимых перевозочных документов;
- подготовку и заключение договоров перевозки с транспортными организациями;
- выполнение расчетов за перевозку грузов;
- организацию проведения погрузочно-разгрузочных работ;
- хранение продукции (складирование, расфасовку, упаковку);
- комплектование (укрупнение/разукрупнение) партий отправок;
- информационное обеспечение;
- страхование, финансовые, таможенные услуги и т.д.

По мере усложнения технологических характеристик в организации транспорта определилась и действует достаточно универсальная типология грузоперевозок. Ее принципиальную основу формируют две системы доставки:

- одновидовая, или юнимодальная, использующая один вид транспорта;
- многовидовая, или смешанная, модальная, использующая несколько видов транспорта.

Многообразие элементов состава этой типологии, сформировавшихся на условиях обеспечения стыковки спроса потребителя (мировой и национальной экономики) на транспортные услуги и предложения транспортной отрасли, укладывается в пирамидальную структуру (рис. 2).

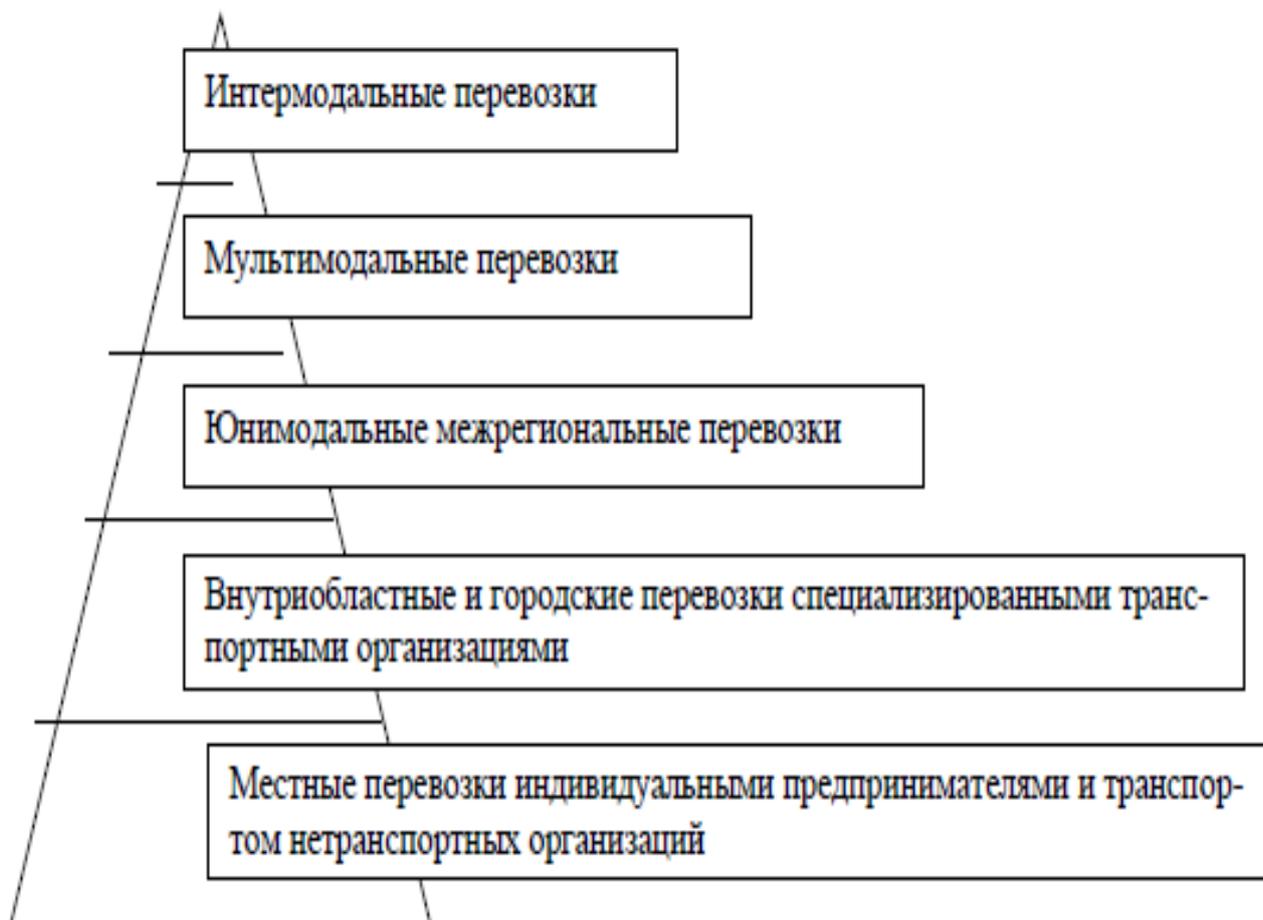


Рисунок 2. - Типология грузоперевозок

Интермодальные перевозки интерпретируются как системное решение по доставке грузов в международном сообщении несколькими видами транспорта на основании единого перевозочного документа с передачей грузов с одного вида транспорта на другой в пунктах перевалки в единой грузовой единице (или транспортном средстве) без участия грузовладельца.

Объектом процесса перевозки становится, таким образом, интермодальная грузовая единица, которая согласно международным требованиям допускает таможенное пломбирование находящегося в ней груза.

Технологической основой организации современных интермодальных перевозок грузов служат контейнеры международного стандарта ISO, при этом могут использоваться и другие грузовые единицы, например, трейлеры, контрейлеры, пакеты и блок-пакеты груза, сменные кузова, которые отвечают международным или региональным стандартам и позволяют применять комплексную механизацию перегрузочных работ в пунктах перевалки.

Мультимодальные перевозки позиционируются относительно интермодальных как прямые смешанные перевозки двумя и более видами транспорта, которые совершаются, преимущественно, на территории страны. Юнимодальные перевозки – как прямые перевозки одним видом транспорта. Особенности типологических элементов, находящихся на нижних уровнях пирамиды, явствуют из их названий и в отдельных комментариях, на наш взгляд, не нуждаются.

Вместе с тем следует отметить, что представленный здесь вариант типологизации – отнюдь не единственный в теории транспортной логистики.

#### Список литературы

1. Зеваков, А.М. Логистика материальных запасов и финансовых активов / А.М. Зеваков. - СПб.: Питер, 2006. – 252 с.
2. Сток, Д.Р. Стратегическое управление логистикой / Д.Р. Сток, Д.М. Ламберт. - М.: ИНФРА-М, 2005. – 797 с.
3. Курганов, В.М. Логистические транспортные потоки / В.М. Курганов. - М.: Дашков и К., 2003. – 252 с.
4. Григорьев, М.Н. Логистика: учеб. пособие / М.Н. Григорьев, А.П. Долгов, С.А. Уваров. - М.: Гардарики. 2007. – 475 с.
5. Сергеев, В.И. Логистика в бизнесе: учебник / В.И. Сергеев. - М.: ИНФРА-М, 2001. – 608 с.

© Спиридонов Е.Г., Абрамова И.Н., Маричев А.В., Воробьев А.Б., Томбе Э.А., 2019

УДК 630.323.113

**Спиридонов Е.Г.**

профессор, доктор технических наук  
ФГКВОУ ВПО «Военный учебно-  
научный центр Военно-воздушных  
сил «Военно-воздушная академия им.  
проф. Н.Е. Жуковского и  
Ю.А. Гагарина», г. Воронеж, РФ

**Оробинский Ю.И.**

преподаватель ФГКВОУ ВПО  
«Военный учебно-научный центр  
Военно-воздушных сил «Военно-  
воздушная академия им. проф. Н.Е.  
Жуковского и  
Ю.А. Гагарина», г. Воронеж, РФ

**Маричев А.В.**

курсант ФГКВОУ ВПО «Военный  
учебно-научный центр Военно-  
воздушных сил «Военно-воздушная  
академия им. проф. Н.Е. Жуковского и  
Ю.А. Гагарина», г. Воронеж, РФ

**Воробьев А.Б.**

курсант ФГКВОУ ВПО «Военный  
учебно-научный центр Военно-  
воздушных сил «Военно-воздушная  
академия им. проф. Н.Е. Жуковского и  
Ю.А. Гагарина», г. Воронеж, РФ

**Чан Хыу Ту (Вьетнам)**

курсант ФГКВОУ ВПО «Военный  
учебно-научный центр Военно-  
воздушных сил «Военно-воздушная  
академия им. проф. Н.Е. Жуковского и  
Ю.А. Гагарина», г. Воронеж, РФ

Spiridonov E.G.

Professor, doctor of technical sciences  
FGKVOU VPO "Military Training and  
scientific center of the air force" air force  
academy. Prof. NOT. Zhukovsky and  
Yu.A. Gagarin ", Voronezh, RF

Orobinskiy Yu.I.

Lecture of the FGKVOU VPO "Military  
training and research center of the air  
force" air force academy. prof. NOT.  
Zhukovsky and Yu.A. Gagarin ",  
Voronezh, RF

Marichev A.V.

Cadet of the Military Educational and  
Scientific Center of the Air Force  
"Military Air Academy named after Prof.  
NOT. Zhukovsky and Yu.A. Gagarin ",  
Voronezh, RF

Vorobyov A.B.

Cadet of the Military Educational and  
Scientific Center of the Air Force  
"Military Air Academy named after Prof.  
NOT. Zhukovsky and Yu.A. Gagarin ",  
Voronezh, RF

Chan Huu Tu

Cadet of the Military Educational and  
Scientific Center of the Air Force  
"Military Air Academy named after Prof.  
NOT. Zhukovsky and Yu.A. Gagarin ",  
Voronezh, RF

## **ПРИНЦИПЫ ПОСТРОЕНИЯ ЛОГИСТИЧЕСКИХ ТРАНСПОРТНЫХ ЦЕПЕЙ**

### **PRINCIPLES OF CREATION OF LOGISTIC TRANSPORT CHAINS**

Ключевые слова: логистическая цепь, маршрутизация, логистическая деятельность, цепи перевозчика, интегрированный материальный поток.

Аннотация: Транспортная цепь в мультимодальных грузоперевозках конфигурируется в виде последовательной смены видов транспорта и транспортных средств (транспортных единиц), при построении которых выполняется процедура маршрутизации, а при функционировании реализуется единая технология перевозки грузов. Цельность и устойчивость

цепи поддерживается действием единого транспортного документа.

Keywords: logistic chain, routing, logistic operation, carrier chains, integrated material flow.

Abstract: The transport chain in multimodal cargo transportation is configured in the form of a sequential change of modes of transport and vehicles (transport units), in the construction of which the routing procedure is performed, and in the operation of a single technology of cargo transportation is implemented. The integrity and stability of the chain is supported by a single transport document.

Из классификации транспортной логистики можно уяснить, что в организационном плане она получает развитие в двух принципиальных вариантах:

- доставка грузов одним видом транспорта и одним транспортным средством – это простейший вариант, не нуждающийся в подробных комментариях;

- доставка грузов несколькими видами транспорта и транспортных средств, привлечение которых предполагает перевалку грузов. Данный вариант таит в себе множество разновидностей, проектируемых из комбинации указанных вводных, при этом актуализирует аспект организации бизнеса осуществление права собственности в отношении транспортных средств или транспортно-логистического бизнеса. В реальности он предполагает построение логистических цепей.

В принципиальном плане формирование цепей мотивируется «цепной реакцией самоорганизации межфирменных хозяйственных связей», следствием которых становится развитие потоковых процессов. В логистике цепь определяется чаще всего как совокупность звеньев-участников движения логистического потока.

В работе «Корпоративная логистика» под общей и научной редакцией В.И.Сергеева дано следующее определение «одно из наиболее распространенных определений цепи поставок, основанное на обобщении мнений многих ведущих зарубежных специалистов»: «Цепь поставок – три или более экономических единиц (юридические или физические лица), напрямую участвующих во внешних и внутренних потоках продукции, услуг, финансов и/или информации от источника до потребителя». При этом авторы отмечают, что в такой линейной упорядоченности присутствует определенная логика, поскольку в структурированной совокупности проще анализировать издержки, оптимизировать ресурсы и принимать управленческие решения; проще распределить риски, ответственность и прибыль; можно более эффективно организовать мониторинг выполнения логистического плана.

Сделанные выводы дают нам основание предусмотреть принцип линейной упорядоченности в дальнейшем, при формировании понятия транспортной цепи.

Другой существенный принцип выводится из того, что цепь привязывается к потоку (чаще всего материальному) или строится относительно какого-то конкретного участника, поглощающего поток, преобразующего его и/или работающего с потокоформирующими объектами, что предполагает кооперирование участников и координацию бизнес-процессов. Иными словами, цепная организация осуществляется с учетом состава видов логистической деятельности и состава исполнителей. В зависимости от их числа различаются:

прямые, расширенные и максимальные цепи поставок. На рис. 1 приводится иллюстрация расширенной цепи поставок, которая как промежуточный вариант аккумулирует в себе признаки и простой, и максимальной цепной структуры.

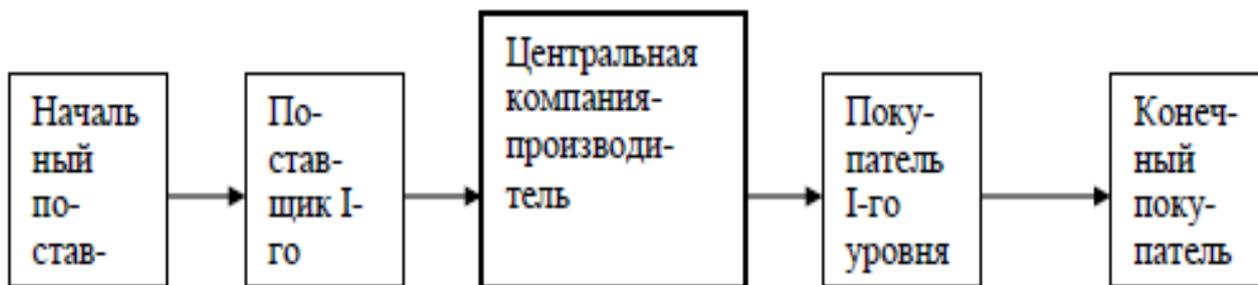


Рисунок 1. - Расширенная цепь поставок

В реальности такая структура иногда существенно усложняется в силу того, что нарушается линейная упорядоченность субъектов. Центральная компания вступает во взаимодействие с поставщиками и покупателями разных уровней, вследствие чего цепная структура трансформируется в сетевую. Упорядоченность наблюдается лишь в том, что сохраняется общая направленность движения материальных потоков, а это позволяет различить логику входящих потоков, которая «отвечает за связи между центральной компанией и ее поставщиками апстрим» и логику исходящих потоков, которая «налаживает связи между центральной компанией и ее потребителями даунстрим» (рис. 2). Их общим результатом становится структурированный по составу потокоформирующих объектов, но интегрированный материальный поток.

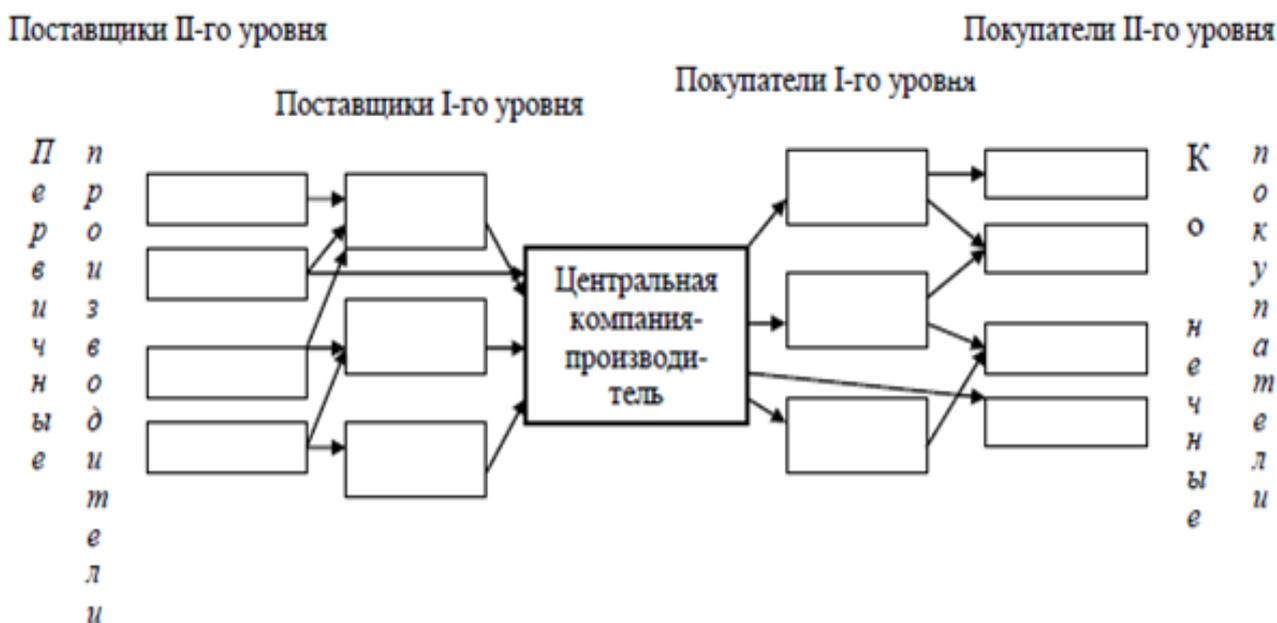


Рисунок 2.- Логистическая сеть

В транспортной логистике привязка осуществляется к грузовому потоку, при этом цепи строятся относительно основных участников – заказчика или исполнителя работ по транспортировке грузов: это может быть грузоотправитель, грузополучатель или перевозчик. При этом иметь в виду, что в транспортной цепи смена видов логистической деятельности в основном ограничивается перечнем: транспортировка, грузообработка (погрузка/разгрузка, формирование партий, комплектация, упаковывание, затаривания и др.), складирование, что можно также рассматривать принципиальной характеристикой транспортной цепи.

Дополнительная особенность возникает из сочетания субъектного и потокового подходов, которая в транспортной логистике обнаруживается присутствием в цепи перевозчика – суть посредника между грузоотправителем и грузополучателем. В транспортной цепи именно он выступает цен тральной компанией, при этом его экономические интересы корреспондируют с интересами заказчиков услуг на перевозку. Грузоотправитель и грузополучатель преследуют общую цель – к определенному времени и с наименьшими затратами переместить груз из места отправления в место назначения.

Перевозчик, выступая посредником, как бизнес-субъект заинтересован в максимизации своего дохода при наименьших операционных издержках, и потому, назначая наивысшую, приемлемую для грузоотправителя или грузополучателя цену, он стремится экономить расходы на эксплуатацию транспортных средств, топливо, материалы, оплату труда, что требует от него соответствующей организации подачи транспортных средств, выполнения погрузочно-разгрузочных работ, экономичной загрузки транспортных средств, рационализации маршрутов движения и т.д.

Структурная сложность в построении цепей возникает от того, в скольких – одном или нескольких видах транспорта работает перевозчик. В первом случае обнаруживаются все выгоды технологической специализации при выполнении работ, но затрудняется организация смешанных перевозок, поскольку участниками перевозок становятся несколько специализированных по видам транспорта посредников, при этом каждый предстает поставщиком транспортных услуг. Еще большая сложность возникает, если посредник не располагает собственными транспортными средствами и не выполняет операции по перевозке грузов, а организует процесс транспортировки, например, собирает заказы у мелких грузоотправителей и покупает транспортные услуги у перевозчиков.

Из предыдущих рассуждений следует, что основанием для формирования логистической цепи является заказ потребителя. Способ исполнения заказа, за которым стоит выбор оптимального логистического решения, задает конфигурацию цепи.

Существует мнение, что «цепи поставок могут сделать перемещение материалов более простым», что наглядно подтверждается следующим примером. Если четыре предприятия поставляют свою продукцию восьми заказчикам, логистика должна организовать 32 пути доставки (рис. 3а). Однако при подключении центрального оптовика общее число маршрутов сокращается до 12, из которых по числу участников 4 считаются входящими, а 8 – исходящими (рис.

3б). Организационный прием, описанный в примере, имеет отношение и к транспортной логистике. По такой посреднической схеме работают экспедиторы, ассоциации перевозчиков, транспортные брокеры. Проводя аналогии, можно, на наш взгляд, прийти к выводу: если в цепи поставок расширение цепи происходит за счет добавления уровней поставщиков продукции, то в транспортной цепи – за счет добавления уровней поставщиков транспортных услуг и так называемых «чистых посредников», в частности, посредников во взаимодействии грузоотправителей и перевозчиков.

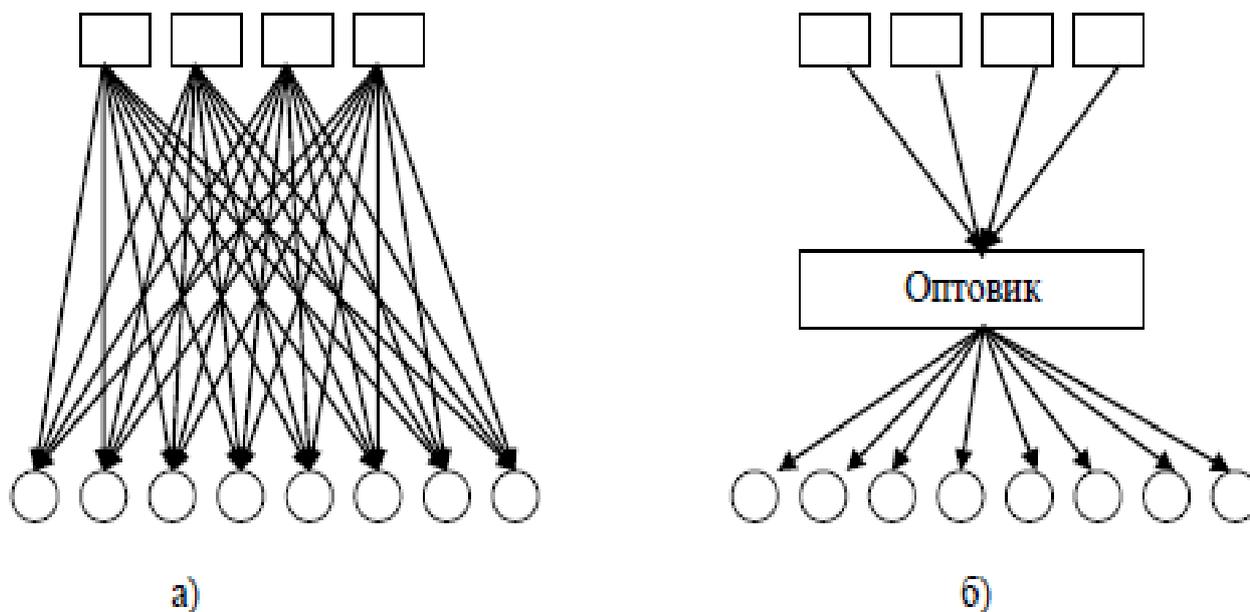


Рисунок 3. Конфигурирование логистической цепи

Исходя из этого конфигурирование имеет смысл включить в состав принципиальных характеристик транспортной цепи, при этом обратить внимание на ее специфику. С технологической точки зрения конфигурирование цепи в транспортной логистике тесно связано с маршрутизацией грузоперевозок. Обращает на себя внимание тот факт, что именно с маршрутизацией сопряжено автономное существование понятий транспортного потока и материального потока в логистике, например, профессиональная лексика логистов допускает такие обороты речи, как «вагонопоток» и «груженный вагонопоток» применительно к железнодорожному транспорту, то же самое имеет место в практике организации автомобильного, водного транспорта, а закономерность такова: чем выше затраты на транспортировку грузовой единицы, тем большее внимание должно уделяться вопросам оптимизации использования транспортных средств.

Задача маршрутизации возникает в отношении отдельных видов транспорта и решается выбором типа маршрута из вариантов: кольцевой, маятниковый, развозной. При этом задача существенно усложняется в случае смешанной перевозки, конкретно тем, что дополняется распределением транспортных средств по маршрутам. Однако в любом случае с организационно-экономической точки

зрения маршрутизация предполагает и делает целесообразной консолидацию транспортных средств у перевозчика, при этом обретают свой специфический смысл преимущества опосредованной схемы: выступая заказчиками для перевозчика, грузоотправители делегируют им решение задачи загрузки и эффективного использования транспортных средств; перевозчики формируют крупные партии отправки, вследствие чего у заказчиков снижаются транспортные затраты на грузовую единицу; перевозчики накапливают опыт по выполнению конкретных видов логистической деятельности и др. При этом для современной логистической практики все более характерной становится экспансия грузоперевозок, осуществляемых одним оператором из одного диспетчерского центра и по единому транспортному документу.

Нам представляется, что среди прочих принципиальных характеристик транспортной цепи маршрутизация занимает приоритетное положение. Прежде всего, потому, что этот признак поглощает и корректирует своим действием все признаки цепной организации транспортной логистики – линейной упорядоченности, привязки к грузовому потоку, разнообразия видов логистической деятельности, наличия организационного начала в лице поставщика транспортных услуг, примата заказа потребителя. Второй и главный аргумент в пользу приоритетности маршрутизации заключается в том, что этот признак делает возможным и целесообразным привнесение существенной специфики в ее структуризацию, а именно определение звенности цепи в привязке к видам транспорта и/или транспортным средствам. Очевидно, привязка исключительно к транспортным средствам предусматривается для юнимодальных грузоперевозок. Подход в целом, т.е. привязка и к видам транспорта и транспортным средствам, предлагается к применению в отношении смешанных грузоперевозок, в нашем конкретном случае – мультимодальным, по самой своей природе предусматривающим перевозки сопряжением двух и более видов транспорта, которое обеспечивается технологически применением терминальной обработки грузов.

#### Список литературы

1. Зеваков, А.М. Логистика материальных запасов и финансовых активов / А.М. Зеваков. - СПб.: Питер, 2006. – 252 с.
2. Сток, Д.Р. Стратегическое управление логистикой / Д.Р. Сток, Д.М. Ламберт. - М.: ИНФРА-М, 2005. – 797 с.
3. Курганов, В.М. Логистические транспортные потоки / В.М. Курганов. - М.: Дашков и К., 2003. – 252 с.
4. Григорьев, М.Н. Логистика: учеб. пособие / М.Н. Григорьев, А.П. Долгов, С.А. Уваров. - М.: Гардарики. 2007. – 475 с.
5. Сергеев, В.И. Логистика в бизнесе: учебник / В.И. Сергеев. - М.: ИНФРА-М, 2001. – 608 с.

© Спиридонов Е.Г., Орбинский Ю.И., Маричев А.В., Воробьев А.Б., Чан Хью Ту, 2019

УДК 630.323.113

**Спиридонов Е.Г.**

профессор, доктор технических наук  
ФГКВОУ ВПО «Военный учебно-  
научный центр Военно-воздушных  
сил «Военно-воздушная академия им.  
проф. Н.Е. Жуковского и  
Ю.А. Гагарина», г. Воронеж, РФ

**Кутищев Д.С.**

кандидат технических наук, доцент  
ФГКВОУ ВПО «Военный учебно-  
научный центр Военно-воздушных  
сил «Военно-воздушная академия им.  
проф. Н.Е. Жуковского и  
Ю.А. Гагарина», г. Воронеж, РФ

**Маричев А.В.**

курсант ФГКВОУ ВПО «Военный  
учебно-научный центр Военно-  
воздушных сил «Военно-воздушная  
академия им. проф. Н.Е. Жуковского и  
Ю.А. Гагарина», г. Воронеж, РФ

Spiridonov E.G.

Professor, doctor of technical sciences  
FGKVOU VPO "Military Training and  
scientific center of the air force" air force  
academy. Prof. NOT. Zhukovsky and  
Yu.A. Gagarin ", Voronezh, RF

Kutishew D.S.

candidate of technical sciences, associate  
professor FGKVOU VPO "Military  
training and research center of the air  
force" air force academy. prof. NOT.  
Zhukovsky and Yu.A. Gagarin ",

Voronezh, RF

Marichev A.V.

Cadet of the Military Educational and  
Scientific Center of the Air Force  
"Military Air Academy named after Prof.  
NOT. Zhukovsky and Yu.A. Gagarin ",  
Voronezh, RF

## **МОДЕЛЬ ПОЛУЧЕНИЯ ЗНАНИЙ ОБ ОБЪЕКТЕ ИССЛЕДОВАНИЙ**

### **KNOWLEDGE ACQUISITION MODEL ABOUT THE OBJECT OF RESEARCHES**

Ключевые слова: измерение, контроль, диагностика, идентификация, измерительные информационные технологии, модель получения знаний об объекте исследований.

Аннотация: Измерительные информационные технологии – общее название ряда процедур, связанных с получением и использованием результатов наблюдений. В основе реализаций измерительных информационных технологий (кроме измерения) лежит классификация исследуемого объекта по двум или более категориям.

Keywords: measurement, control, diagnostics, identification, measuring information technologies, model

Abstract: Measuring information technology is the General name for a series of procedures associated with obtaining and using the results of the observations. The basis of the implementation of measuring information technology (except measurement) is the classification of the object under study in two or more categories.

К основным видам измерительных информационных технологий относят:

1. Измерение – совокупность операций по применению технического средства, хранящего единицу физической величины, обеспечивающих нахождение соотношения (в явном или неявном виде) измеряемой величины с ее единицей и получение значения этой величины.

2. Контроль – установление соответствия между состоянием (свойством)

объекта и заданной нормой, определяющей качественно различные области его состояния.

3. Диагностика – совокупность операций по выявлению причины отклонения поведения объекта от нормального функционирования (функциональная диагностика) или отклонения параметров объекта от установленных норм (параметрическая диагностика).

4. Обнаружение событий – совокупность операций, направленных на обнаружение простых или сложных событий (в том числе при наличии шума или на фоне других событий).

5. Идентификация – совокупность операций, позволяющих установить степень идентичности структуры, характеристик или параметров объекта его математической модели.

6. Распознавание образов – совокупность операций по классификации объектов на основе словаря признаков и алфавита классов.

На рисунке 1 изображена модель получения знаний об объекте исследований. Признаки, характеризующие объект или процесс наблюдения (из генеральной совокупности объектов или процессов) или его состояние (из множества возможных состояний), воспринимаются полем сенсоров, образующих систему добычи данных (Data Mining). Собранные данные подвергаются статистическому анализу (Data Analysis), в результате чего получают знания об объекте/процессе наблюдения или его состоянии. Блок управления полем сенсоров активизируется по команде системы анализа данных и осуществляет сканирование объекта сенсорами в пространстве (перемещением сенсоров или изменением направления их чувствительности) и во времени (изменением частоты опроса сенсоров и скорости дискретизации). Полученные знания проверяются на достоверность (Analysis of Validity) и при недостаточной достоверности активизируют блок управления сенсорной системой.

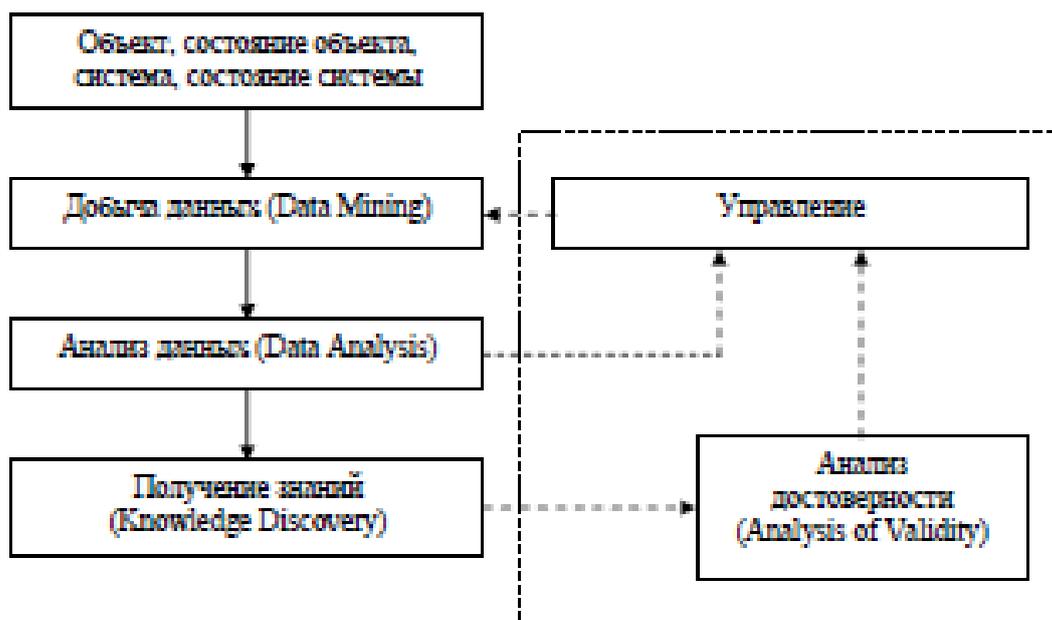


Рисунок 1. - Модель получения знаний об объекте исследований.

В качестве объекта исследования может выступать:  
технологический или природный объект при осуществлении наблюдения и контроля над ним,  
производственная система или ее отдельные элементы при идентификации их математических моделей,  
организм человека или животного при диагностировании заболеваний,  
изделия или партии изделий при их контроле или сортировке,  
сигналы и сообщения при их идентификации,  
подлежащие распознаванию летательные объекты,  
средства измерений при их первичной или периодической поверке.

Рассмотрим модель на рисунке 1 применительно к каждому виду измерительных информационных технологий.

Основополагающим видом измерительных информационных технологий является измерение, которое входит в состав других измерительных информационных технологий как один из способов добычи исходных данных. Этап добычи данных состоит в получении (одного или нескольких) результатов наблюдений (одной или нескольких) физических величин. Этап анализа данных имеет место, если результаты наблюдений подвергаются дополнительной обработке. Например, когда результат измерения рассчитывается как среднее арифметическое результатов наблюдений. Результат измерения физической величины составляет получаемые знания.

Контроль проводится для проверки соответствия объекта установленным требованиям и отнесения его к числу годных или негодных.

В случае измерительного контроля добыча данных представляет собой получение результатов измерений контролируемых характеристик объекта или величин, позволяющих их определить.

В ходе анализа данных вычисляются оценки контролируемых характеристик, кото-рые сравниваются с нормами. Результатом сравнения является вывод о годности или негодности объекта.

Из-за присутствия погрешностей в результатах измерений, неточности моделей, положенных в основу расчета контролируемых характеристик и ряда других причин при разбраковке возможны ошибки, что требует анализа достоверности контроля. Достоверность контроля зависит от порядка его проведения: применяемых технических устройств, в том числе от точностных характеристик используемых средств измерений, числа измерений и т.д. Изменением свойств процедуры контроля можно добиться необходимой достоверности. Обычно анализ достоверности осуществляется при разработке методики контроля.

Диагностика объекта проводится, если поведение объекта или значения его параметров не соответствуют предъявляемым требованиям. Подобными отклонениями являются отказ технического устройства, сбой технологического процесса и в результате производство бракованной продукции и т.п.

Добыча данных представляет собой описание текущего состояния объекта путем определения его свойств, например, параметров питающего напряжения,

геометрических размеров изготавливаемых деталей, целостности электрической проводки. Анализ данных включает расчеты и логические операции, на основании которых выносится заключение о причинах отклонений в поведении объекта или отличия значений его параметров от нормальных. Выявленные причины «неисправности» объекта составляют полученные знания. Погрешности измерений, неполнота исходных данных и ряд других причин способны привести к неправильным результатам диагностики, что требует анализа их достоверности.

Цель обнаружения событий заключается в получении ответа на вопрос: произошло определенное событие или нет.

Примерами событий являются наличие в принятом сообщении информативной составляющей, поступление на станок следующей заготовки, присутствие в почве металлического предмета.

Информация о событии содержится в добытых данных. Анализ данных выявляет признаки искомого события с помощью разнообразных операций, например, обнаружение сигнала на фоне помех происходит с помощью фильтрации. Вывод о наличии или отсутствии события составляет полученные знания. Анализ достоверности необходим, поскольку возможны как ошибочное обнаружение события, так и его пропуск.

Идентификация математической модели заключается в проверке степени соответствия объекта описывающей его модели. Идентификация имеет место при поиске функциональной зависимости для описания экспериментальных данных, при проверке нормальности закона распределения случайной величины и т.п.

Добытые данные об объекте, например, результаты измерений определенных физических величин, подвергаются анализу, который показывает, насколько они соответствуют принятой модели. При незначительном отличии модель считается пригодной для описания объекта, а при значительном – она признается непригодной и должна быть доработана или заменена. Информация о пригодности/непригодности модели представляет собой полученные знания. Вывод о соответствии/несоответствии модели исследуемому объекту может быть неправильным, поэтому в процедуру идентификации включен этап анализа достоверности.

Распознавание образов состоит в определении принадлежности объекта к тому или иному классу. Каждый класс имеет свои значения (области значений) признаков. Распознавание образов проводится в отношении деталей различной формы на конвейере, рукописного текста при его преобразовании в электронную форму, самолетов средствами ПВО и т.д.

Распознавание начинается с добычи данных о признаках исследуемого объекта, например, с получения результатов измерений геометрических параметров объекта. На этапе анализа данные подвергаются обработке и получают знания о принадлежности объекта к тому или иному классу. Необходимость анализа достоверности обусловлена возможностью ошибочного отнесения объекта к «чужому» классу.

В основе реализаций измерительных информационных технологий (кроме измерения) лежит классификация исследуемого объекта по двум или более

категориям. Контроль разделяет объекты на годные и негодные. Диагностика выявляет причину отклонений в функционировании объекта и имеет категории: «причина 1», «причина 2» и т.д., а также «причина не установлена». Обнаружение событий подразумевает две категории классификации: «событие есть» и «события нет». Идентификация относит модель к пригодным или непригодным для описания объекта. Число категорий в случае распознавания образов соответствует числу возможных вариантов распознаваемого объекта и может включать дополнительную категорию «неизвестный объект».

#### Список литературы

1. Чердынцев, В. А. Радиотехнические системы/В. А. Чердынцев. –Минск: Вышэйшая школа, 1988.
2. Радиотехнические системы: [учеб. для вузов по спец.«Радиотехника»/Ю. П. Гришин, В. П. Ипатов, Ю. М. Казаринов и др.]; под ред.Ю. М. Казаринова. – М.: Высшая школа, 1990. – 495 с.:
3. Радиотехнические системы передачи информации [учеб. пособие длявузов по спец «Радиотехника»/ В. А. Борисов и др.]; под ред. В. В. Калмыкова. – М.: Радио и связь, 1990. – 320 с.: ил.

© Спиридонов Е.Г., Кутищев Д.С., Маричев А.В., 2019

УДК 630.323.113

**Спиридонов Е.Г.**

профессор, доктор технических наук  
ФГКВОУ ВПО «Военный учебно-  
научный центр Военно-воздушных  
сил «Военно-воздушная академия им.  
проф. Н.Е. Жуковского и  
Ю.А. Гагарина», г. Воронеж, РФ

**Маричев А.В.**

курсант ФГКВОУ ВПО «Военный  
учебно-научный центр Военно-  
воздушных сил «Военно-воздушная  
академия им. проф. Н.Е. Жуковского и  
Ю.А. Гагарина», г. Воронеж, РФ

**Тюменцев В.В.**

курсант ФГКВОУ ВПО «Военный  
учебно-научный центр Военно-  
воздушных сил «Военно-воздушная  
академия им. проф. Н.Е. Жуковского и  
Ю.А. Гагарина», г. Воронеж, РФ

Spiridonov E.G.

Professor, doctor of technical sciences  
FGKVOU VPO "Military Training and  
scientific center of the air force" air force  
academy. Prof. NOT. Zhukovsky and  
Yu.A. Gagarin ", Voronezh, RF

Marichev A.V.

Cadet of the Military Educational and  
Scientific Center of the Air Force  
"Military Air Academy named after Prof.  
NOT. Zhukovsky and Yu.A. Gagarin ",  
Voronezh, RF

Tymenzev V.V.

Cadet of the Military Educational and  
Scientific Center of the Air Force  
"Military Air Academy named after Prof.  
NOT. Zhukovsky and Yu.A. Gagarin ",  
Voronezh, RF

## ЛОГИСТИЧЕСКАЯ ЦЕПЬ В ПРОЦЕССЕ ТРАНСПОРТИРОВКИ ГРУЗОВ ПОТРЕБИТЕЛЯМ

## LOGISTIC CHAIN IN THE COURSE OF TRANSPORTATION OF FREIGHTS TO CONSUMERS

Ключевые слова: заводской транспорт, транспортное хозяйство, общетранспортный узел, логистическая операция, производственно-транспортная система

Аннотация: Общетранспортный узел как объект планирования и управления - сложная система с большим количеством внешних и внутренних факторов. Это является причиной применения математических методов для улучшения организации перевозок с участием различных видов транспорта.

Keywords: factory transport, transport facilities, General transport hub, logistics operation, production and transport system

Abstract: General transport unit as an object of planning and management is a complex system with a large number of external and internal factors. This is the reason for the use of mathematical methods to improve the organization of transport involving different modes of transport.

Современное предприятие производит и потребляет большое количество видов материалов и продукции.

И в теории, и в большинстве случаев на практике заводской транспорт делится на общезаводской, межцеховой и внутрицеховой. Для доставки и вывоза грузов с территории предприятия используется общезаводской транспорт. Межцеховой транспорт служит для перемещения грузов между отдельными цехами и для доставки грузов на склады и со складов предприятия. Внутрицеховой транспорт выполняет транспортные операции в пределах отдельных цехов. На предприятиях применяются различные виды транспорта: железнодорожный, автомобильный, электрокары, ленточные транспортеры, шнеки, подъемно-транспортные средства и трубопроводы.

В комплекс транспортного хозяйства входят устройства и оборудование, необходимые для перевозки, выполнения погрузочно-разгрузочных операций, а также для ремонтных и подсобных работ. Для транспортировки химических продуктов и химического сырья за пределы завода широко применяются специализированные вагоны, цистерны, контейнеры.

Общетранспортный узел как объект планирования и управления - сложная система с большим количеством внешних и внутренних факторов. Это является причиной применения математических методов для улучшения организации перевозок с участием различных видов транспорта.

Задача в выборе лучшего варианта всякой перевозки заключается в организации работы общетранспортного узла как системы взаимосвязанных отраслевых технологических операций, каждая из которых осуществляется только одним из видов транспорта. Должны быть известны объем перевозок грузов, которые следует выполнить в узле в течение планового периода, и количество ресурсов - людей, вагонов, автомобилей, кранов и т.д. При этом часть ресурсов специализируется по видам транспорта и используется для выполнения соответствующей технологической операции, а остальные ресурсы применяются на всех видах транспорта для выполнения любой технологической операции в узле.

Предприятиям не обязательно пользоваться одним и тем же способом перевозки по всей производственной цепи. Они могут разбить маршрут на отдельные участки, на каждом из которых выбирать наиболее эффективный вариант.

Транспортировка грузов предполагает различные варианты использования одного или нескольких видов транспорта в перевозочном процессе. Из представленных в моделях перевозки предприятия  $x$  в настоящее время часто используют интермодальную. Это связано с тем, что существенно расширился рынок сбыта и выросла протяженность транспортных путей.

Интермодальная модель представляет собой перевозку грузов несколькими видами транспорта с перевалкой грузов, при этом один из перевозчиков организует всю перевозку от пункта отправления до пункта назначения через один или несколько пунктов перевалки и в зависимости от распределения ответственности за перевозку выдает различные виды транспортных документов.

Транспортировка является ключевой логистической операцией, связанной с перемещением материальных ресурсов, продуктов незавершенного производства, готовой продукции в транспортных средствах по определенной технологии. Транспортировка, помимо перемещения грузов, включает в себя такие логистические операции, как экспедирование, грузопереработка, упаковка, таможенные процедуры, страхование рисков [13]. По мнению Д. Дж. Бауэрсокса и Д. Дж. Клосса, «транспортировка - один из самых наглядных элементов логистической операции» [1]. Главная цель транспортировки заключается в доставке продукта в место назначения как можно быстрее, дешевле и с наименьшим ущербом для окружающей среды; в сведении к минимуму потерь и порчи транспортируемых грузов; в одновременном выполнении требований заказчиков к своевременности доставки; в предоставлении информации о грузах в пути [2].

В состав предприятий, построенных в 60-е г. XX столетия на территории России, изначально входили и до сих пор остаются на многих предприятиях транспортные подразделения. В состав таких подразделений входили транспортные цеха, железнодорожные пути и мосты. Такие крупные вспомогательные подразделения, включающие в себя разнородные элементы (транспортные цеха, железнодорожный транспорт и железнодорожные пути, мосты и эстакады, погрузочные пункты и т.д.), представляют собой сложную экономическую систему. Данная система характеризуется взаимосвязанными материальными, информационными и человеческими потоками, которые заключены в единый процесс обслуживания транспортом. Для доставки готовой продукции точно в срок с меньшими затратами ресурсов на основе интеграции производства, транспорта и потребления должен быть разработан и осуществлен процесс, характеризующийся технологическим единством.

Технология транспортирования грузов, в рамках которой осуществляется тесное взаимодействие всех элементов логистической системы, трактуется как единый технологический процесс.

Такое взаимодействие должно осуществляться на основе системного

подхода. Одновременно должно обеспечиваться создание качественно новой производственно-транспортной системы, которая будет устойчива к изменениям внешней среды. Данное условие диктует необходимость решения целого ряда специфических проблем, в числе которых следует выделить: изучение конъюнктуры рынка; прогнозирование спроса и производства, а следовательно, объема перевозок и мощности транспортной подсистемы; определение оптимальных величин заказов транспортных партий груза и уровней запасов сырья, топлива, материалов, комплектующих изделий, готовой продукции и транспортных средств [3].

В процессе транспортировки грузов потребителям в логистической цепи происходят соответствующие процессы, которые зависят не только от свойств груза, его объема и массы, но и от вида тары (поддоны, контейнеры и др.), от упаковки и вида транспорта. В связи с этим процесс доставки продукции можно представить как последовательность этапов, которые могут быть и не связанными между собой, а также выполняться различными перевозчиками. В таком случае оптимизация параметров указанной пространственно-временной цепи является многоуровневой задачей. Функции транспорта в системе распределения товаров заключаются в ее транспортном и экспедиционном обеспечении.

Транспортно-экспедиционное обеспечение распределения товаров включает в себя:

- деятельность по планированию, организации и выполнению доставки продукции от места ее производства до мест потребления и оказания дополнительных услуг по подготовке партий отгрузки;
- оформление необходимых перевозочных документов;
- заключение договора на перевозку с транспортными предприятиями;
- расчет на перевозку грузов;
- организацию и проведение погрузочно-разгрузочных работ;
- хранение продукции (расфасовка, упаковка, складирование);
- укрупнение мелких и разукрупнение крупных отправок;
- информационное обеспечение;
- страхование, финансовые и таможенные услуги с использованием оптимальных способов и методов при условии полного удовлетворения потребностей производственных и торговых предприятий в эффективном распределении продукции. Процесс транспортировки готовой продукции имеет свои особенности организации, которые выражены в том, что доставку как процесс непрерывного обеспечения потребителей необходимо рассматривать с учетом изменения спроса со стороны покупателя. Это диктует необходимость строгого соблюдения сроков поставок, которые невозможны без четких характеристик составляющих систему элементов. Построение интегрированной производственно-транспортной системы, которая будет учитывать неустойчивость процесса транспортных перевозок и синхронизировать его с производственным расписанием, должно основываться на использовании сетей Петри. Также следует отметить, что звенья и составляющие их элементы транспортных перевозок, равно как и характеристики спроса на перевозки, отличаются высокой степенью

стохастичности. Сущность и содержание предлагаемой интегрированной производственно-транспортной системы заключается в том, что она подлежит разложению на подсистемы. Данные подсистемы связаны с определенными звеньями и элементами транспортного процесса, которые необходимы для нахождения параметров каждой выделенной подсистемы с использованием стохастической аппроксимации [3].

Решение транспортных задач в связи со сложностью и стохастичностью процесса транспортировки требует применения ситуативных методов, логистических процедур для анализа ситуаций, возникающих при проектировании и реализации процесса транспортировки грузов.

Особую сложность составляет определение мест риска, т.е. мест существования разрывов, следствием которых становятся убытки. Характерным примером места риска на транспорте являются перегрузочные процессы, возникающие из-за возможной несогласованности работы транспорта и перегрузочной техники, порчи тары и упаковки, несоответствия грузоподъемности транспортного средства и мощности механизмов, что может привести к разрыву или удлинению по времени логистической цепочки и в конечном итоге к увеличению стоимости затрат на транспортировку продукции.

В таблице 1 выделены основные принципы и задачи логистической системы транспортировки продукции.

Таблица 1 – Принципы и задачи транспортировки

Принцип	Задачи
1	2
Эффективности	Поиск кратчайших или рациональных путей следования. Уменьшение материального ущерба от потери груза и его качества, в том числе подбором соответствующей тары, упаковки и специализированного подвижного состава. Определение партионности отгрузки. Способ ведения складского хозяйства
Экономии ресурса потребителя (принцип наименьших затрат)	Применение самопогрузчиков. Поиск рационального способа трансформации сети. Подбор тары, упаковки по объему кузова. Управление запасами. Выбор способа сокращения себестоимости транспортировки
Безопасности	Сохранность груза. Рациональная организация дорожного движения. Обеспечение технических требований к подвижному составу. Определение мест возникновения риска и меры, особенно превентивных, по его ликвидации. Выбор структуры информационной сети для своевременного получения информации. Анализ возможных ситуаций на этапе проектирования

Продолжение таблицы 1.

1	2
Общей ответственности	Регулирование поведения в общем транспортном потоке каждого участника. Выбор рационального режима движения, соответствующего показателям транспортного потока. Поддержка технического состояния техники и оборудования, задействованных в перевозках, и ряд других задач по уменьшению отрицательного воздействия на окружающую среду
Активной и пассивной адаптации к условиям эксплуатации	Выбор подвижного состава с учетом климатических характеристик региона перевозки. Согласование маршрутов с организациями, сооружения которых встречаются на пути следования. Изменение параметров транспортных сетей
Компенсации (принцип контроля узких мест)	Замена подвижного состава, тары и оборудования. Трансформация транспортной сети. Безопасный проезд отдельных искусственных дорожных сооружений (железнодорожного переезда, мостового сооружения). Выбор места проведения и организации перегрузочных работ

Перечисленные принципы учитываются при применении различных научных теорий, в частности теории систем, риска, территориальных систем, грузовых перевозок, многомерной классификации, комбинаторного планирования, транспортных потоков и многих других [4].

Таким образом, из вышеизложенного можно сделать вывод, что транспортировка является ключевой логистической функцией (60%), которая замыкает на себе все основные операции, связанные с движением материальных ресурсов и доставкой готовой продукции потребителю.

Транспортировка включает в себя анализ и выбор видов транспорта, моделей перевозок и посредников.

Выделенные принципы и направления организации транспортировки на предприятиях позволяют обеспечить диспетчирование транспортных перевозок, проводить подготовительные процедуры, определять расходы на доставку продукции, составлять рациональные маршруты движения транспортных средств, а также с учетом 2 и 3 классов опасности груза обеспечивать его безопасность и сохранность, выявлять места возникновения рисков.

#### Список литературы

1. Транспортировка в логистике [Текст]: учеб. пособие / В.С. Лукинский, [и др.]. - СПб.: СПбГИЭУ, 2005. -139с.
2. Репин, В.В. Процессный подход к управлению. Моделирование бизнес-процессов. [Текст] / В.В. Репин, В.Г. Елиферов. - 3- е изд., испр. - М.: Стандарты качество. 2005. - 408 с.

3. Бауэросокс, Д. Дж. Логистика: интегрированная цепь поставок [Текст]: пер. с англ. / Д.Дж. Бауэросокс, Д.Дж. Клосс. – 2-е изд. - М: Олимп- Бизнес, 2008. – 640 с.

4. Данилова, С.Ю. Оптимизация уровня запасов производства с целью повышения конкурентоспособности предприятия с непрерывным циклом производства [Текст] / С.Ю. Данилова, Е.В. Пуденков // Вестник Волжского университета имени В.Н. Татищева. - Тольятти, 2013. - № 2 (28). - С. 47-52.

© Спиридонов Е.Г., Маричев А.В., Тюменцев В.В., 2019

УДК 629.3

**Тарасов В.А.**

преподаватель Воронежского института  
правительственной связи, филиал  
академии федеральной службы охраны  
Российской Федерации

**Быков В.С.**

профессор, доктор технических наук,  
профессор автомобильно-транспортного  
института (г. Воронеж)

**Порхоменко Э.Н.**

подполковник Воронежского института  
правительственной связи, филиал  
академии федеральной службы охраны  
Российской Федерации

**Комогорцев М.Д.**

курсант Воронежского института  
правительственной связи, филиал  
академии федеральной службы охраны  
Российской Федерации

Tarasov V.A.

lecture of the Voronezh Institute of  
Government Communications, branch of  
the Academy of Federal Security Service  
of the Russian Federation

Bykov V.S.

professor, doctor of technical sciences,  
professor of automobile transport institute  
(Voronezh)

Porhomenko E.N.

Lieutenant Colonel of the Voronezh  
Institute of Government Communications,  
branch of the Academy of the Federal  
Security Service of the Russian  
Federation

Komogorzev M.D.

cadet of the Voronezh Institute of  
Government Communications, branch of  
the Academy of Federal Security Service  
of the Russian Federation

## **ЭВОЛЮЦИЯ И ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ ИНЖЕКТОРНЫХ БЕНЗИНОВЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ**

### **EVOLUTION AND PROSPECTS OF INJECTOR APPLICATIONS PETROL ENGINES**

Ключевые слова: двигатель, топливо, впрыск, мощность, вращающий момент.

Аннотация: Прослежено развитие систем впрыска бензиновых двигателей, оценены перспективы их дальнейшего совершенствования и использования на автомобильном транспорте.

Keywords: engine, fuel, injection, power, torque

Abstrakt: The development of gasoline engine injection systems is traced, the prospects for their further improvement and use in road transport are assessed.

В конце 60-х-начале 70-х годов XX века остро встала проблема загрязнения окружающей среды промышленными отходами, среди которых значительную часть составляли выхлопные газы автомобилей. До этого времени состав продуктов сгорания двигателей внутреннего сгорания никого не интересовал. В целях максимального использования воздуха в процессе сгорания и достижения максимально возможной мощности двигателя состав смеси регулировался с таким расчетом, чтобы в ней был избыток бензина. В результате в продуктах сгорания совершенно отсутствовал кислород, однако оставалось несгоревшее топливо, а вредные для здоровья вещества образуются главным образом при неполном сгорании. В стремлении повышать мощность конструкторы устанавливали на карбюраторы ускорительные насосы, впрыскивающие топливо во впускной коллектор при каждом резком нажатии на педаль акселератора, т.е. когда требуется резкий разгон автомобиля. В цилиндры при этом попадало чрезмерное количество топлива, не соответствующее количеству воздуха. В условиях городского движения ускорительный насос срабатывает практически на всех перекрестках со светофорами, где автомобили должны то останавливаться, то быстро трогаться с места. Неполное сгорание имеет место также при работе двигателя на холостых оборотах, а особенно при торможении двигателем. При закрытом дросселе воздух проходит через каналы холостого хода карбюратора с большой скоростью, всасывая слишком много топлива. Из-за значительного разрежения во впускном трубопроводе в цилиндры засасывается мало воздуха, давление в камере сгорания остается к концу такта сжатия сравнительно низким, процесс сгорания чрезмерно богатой смеси проходит медленно, и в выхлопных газах остается много несгоревшего топлива. Описанные режимы работы двигателя резко повышают содержание токсических соединений в продуктах сгорания.

Стало очевидно, что для понижения вредных для жизнедеятельности человека выбросов в атмосферу надо кардинально менять подход к конструированию топливной аппаратуры.

Для снижения токсичности отработавших газов в систему выпуска было предложено устанавливать каталитический нейтрализатор отработавших газов. Но он эффективно работает только при сжигании в двигателе так называемой нормальной топливо-воздушной смеси (весовое соотношение воздух/бензин 14,7:1). Любое отклонение состава смеси от указанного приводило к падению эффективности его работы и ускоренному выходу из строя. Для стабильного поддержания такого соотношения рабочей смеси карбюраторные системы уже не подходили. Альтернативой могли стать только системы впрыска.

Первые системы были чисто механическими с незначительным использованием электронных компонентов[1]. Но практика использования этих систем показала, что параметры смеси, на стабильность которых рассчитывали разработчики, изменяются по мере эксплуатации автомобиля. Этот результат вполне закономерен, учитывая износ и загрязнение элементов системы и самого двигателя внутреннего сгорания в процессе его службы. Встал вопрос о системе, которая смогла бы сама себя корректировать в процессе работы, гибко корректируя условия приготовления рабочей смеси в зависимости от внешних

условий. Выход был найден следующий. В систему впрыска ввели обратную связь - в выпускную систему, непосредственно перед катализатором, поставили датчик содержания кислорода в выхлопных газах, так называемый лямбда-зонд. Данная система разрабатывалась уже с учетом наличия такого основополагающего для всех последующих систем элемента, как электронный блок управления (ЭБУ). По сигналам датчика кислорода ЭБУ корректирует подачу топлива в двигатель, точно выдерживая нужный состав смеси. В современных инжекторных двигателях (Рис.1) для каждого цилиндра предусмотрена индивидуальная форсунка.

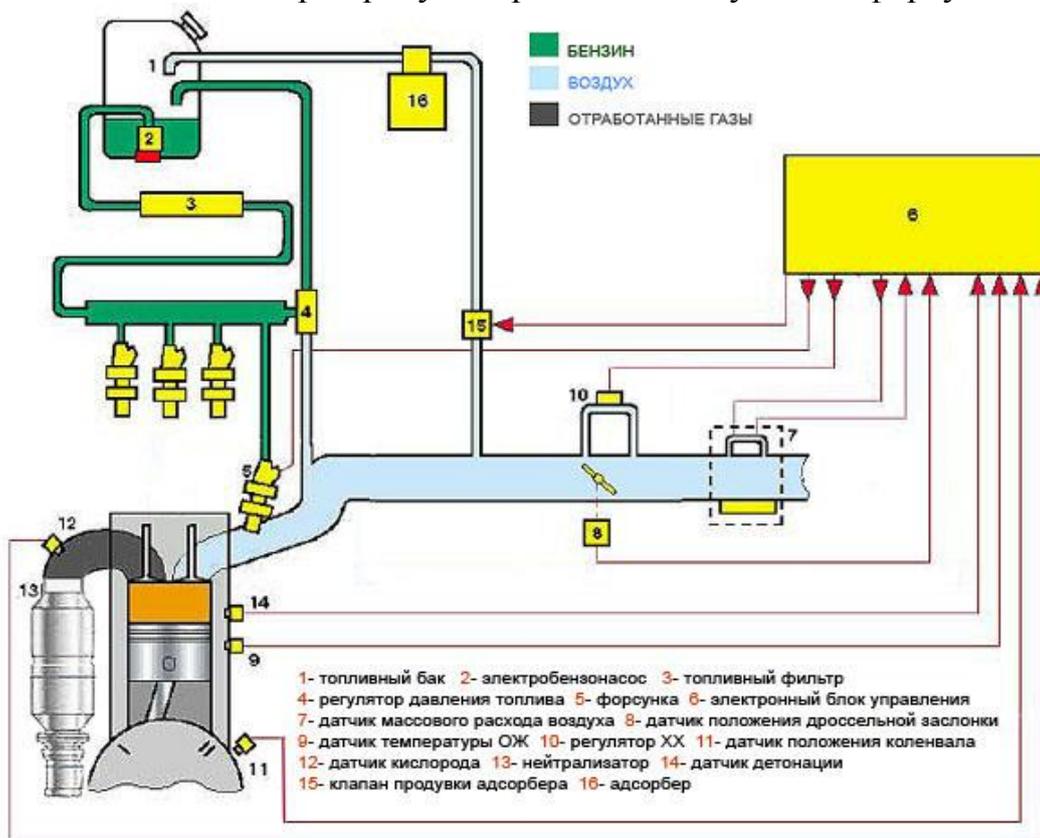


Рисунок 1 – Электронная система распределенного впрыска

На сегодняшний день инжекторный двигатель практически полностью заменил устаревшую карбюраторную систему. Инжекторный двигатель существенно улучшает эксплуатационные и мощностные показатели автомобиля (динамика разгона, экологические характеристики, расход топлива).

Инжекторные системы подачи топлива имеют перед карбюраторными следующие основные преимущества [1,2]:

- точное дозирование топлива и, следовательно, более экономный его расход.
- снижение токсичности выхлопных газов;
- увеличение мощности двигателя примерно на 7-10%;
- улучшение динамических свойств автомобиля;
- легкость пуска независимо от погодных условий.

Все форсунки соединяются с топливной рампой, где топливо находится под давлением, которое создает электробензонасос. Количество впрыскиваемого

топлива зависит от продолжительности открытия форсунки. Момент открытия регулирует электронный блок управления (контроллер) на основании обрабатываемых им данных от различных датчиков.

Датчик массового расхода воздуха служит для расчета циклового наполнения цилиндров. Измеряется массовый расход воздуха, который потом пересчитывается специальной программой. При аварии датчика его показания игнорируются, расчет идет по аварийным таблицам. Датчик положения дроссельной заслонки служит для расчета фактора нагрузки на двигатель и его изменения в зависимости от угла открытия дроссельной заслонки, оборотов двигателя и циклового наполнения. Датчик температуры охлаждающей жидкости служит для определения коррекции топливоподачи и зажигания по температуре и для управления электровентилятором. Датчик положения коленвала служит для общей синхронизации системы, расчета частоты вращения и положения коленвала в определенные моменты времени.

Датчик кислорода предназначен для определения концентрации кислорода в отработавших газах. Информация, которую выдает датчик, используется электронным блоком управления для корректировки количества подаваемого топлива. Датчик кислорода используется только в системах с каталитическим нейтрализатором под нормы токсичности Евро-2 и Евро-3 (в Евро-3 используется два датчика кислорода - до катализатора и после него) [3]. Датчик детонации служит для контроля за детонацией. При обнаружении последней ЭБУ включает алгоритм гашения детонации, оперативно корректируя угол опережения зажигания.

По результатам опроса определенных в программе датчиков, программа ЭБУ осуществляет управление исполнительными механизмами, к которым относятся: форсунки, бензонасос, модуль зажигания, регулятор холостого хода, клапан адсорбера паров бензина, вентилятор системы охлаждения и т.д. В зависимости от количества форсунок и места подачи топлива, системы впрыска подразделяются на три типа (Рис.2):

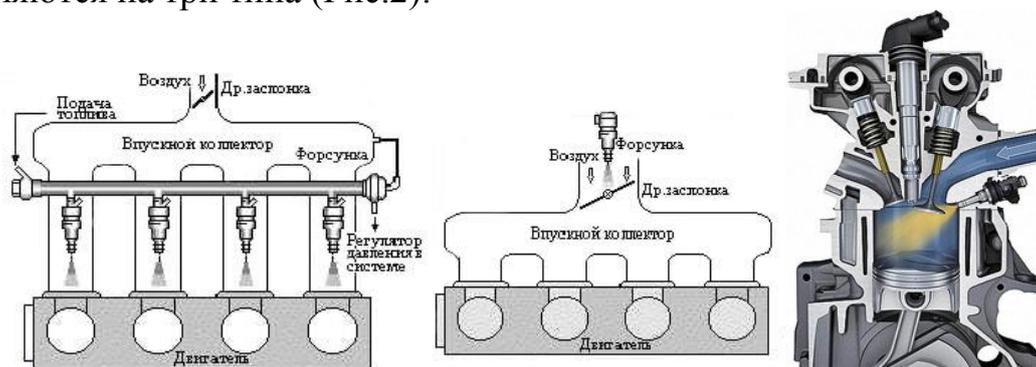


Рисунок 2 – Типы систем впрыска топлива

- одноточечный или моновпрыск (одна форсунка во впускном коллекторе на все цилиндры);
- многоточечный или распределенный (у каждого цилиндра своя форсунка, которая подает топливо в коллектор);

- непосредственный (топливо подается форсунками непосредственно в цилиндры, как у дизелей).

Одноточечный впрыск проще, он менее начинен управляющей электроникой, но и менее эффективен. Управляющая электроника позволяет снимать информацию с датчиков и сразу же менять параметры впрыска. Немаловажно и то, что под моновпрыск легко адаптируются карбюраторные двигатели почти без конструктивных переделок или технологических изменений в производстве. У одноточечного впрыска преимущество перед карбюратором состоит в экономии топлива, экологической чистоте и относительной стабильности и надежности параметров. А вот в приёмистости двигателя одноточечный впрыск проигрывает. Еще один недостаток: при использовании одноточечного впрыска, как и при использовании карбюратора до 30% бензина оседает на стенках коллектора.

Системы одноточечного впрыска, безусловно, являлись шагом вперед по сравнению с карбюраторными системами питания, но уже не удовлетворяют современным требованиям.

Более совершенными являются системы многоточечного впрыска, в которых подача топлива к каждому цилиндру осуществляется индивидуально. Распределенный впрыск мощнее, экономичнее и сложнее. Основные преимущества распределенного впрыска:

- возможность автоматической настройки на разных частотах и соответственно улучшение наполнения цилиндров, в итоге при той же максимальной мощности автомобиль разгоняется гораздо быстрее;
- бензин впрыскивается вблизи впускного клапана, что существенно снижает потери на оседание во впускном коллекторе и позволяет осуществлять более точную регулировку подачи топлива.

Непосредственный впрыск как очередное и эффективное средство в деле оптимизации сгорания смеси и повышения КПД бензинового двигателя реализует простые принципы. А именно: более тщательно распыляет топливо, лучше перемешивает его с воздухом и грамотней распорядится готовой смесью на разных режимах работы двигателя. В итоге двигатели с непосредственным впрыском потребляют меньше топлива, чем обычные инжекторные моторы (в особенности при спокойной езде на невысокой скорости); при одинаковом рабочем объеме они обеспечивают более интенсивное ускорение автомобиля; у них чище выхлоп; они гарантируют более высокую литровую мощность за счет большей степени сжатия и эффекта охлаждения воздуха при испарении топлива в цилиндрах. В то же время они нуждаются в качественном бензине с низким содержанием серы и механических примесей, чтобы обеспечить нормальную работу топливной аппаратуры.

Первой применила двигатель с непосредственным впрыском на серийном автомобиле компания Mitsubishi. Поэтому рассмотрим устройство и принципы действия непосредственного впрыска на примере двигателя GDI (Gasoline Direct Injection). Двигатель GDI может работать в режиме сгорания свёрхобедненной

топливовоздушной смеси: соотношение воздуха и топлива по массе до (30-40):1. Максимально возможное для традиционных инжекторных двигателей с распределенным впрыском соотношение равно (20-24):1 (стоит напомнить, что оптимальный, так называемый стехиометрический, состав - 14,7:1). На двигателе GDI распыленное топливо находится в цилиндре в виде облака, сосредоточенного в районе свечи зажигания. Поэтому, хотя в целом смесь переобедненная, у свечи зажигания она близка к стехиометрическому составу и легко воспламеняется. В то же время, обедненная смесь в остальном объеме имеет намного меньшую склонность к детонации, чем стехиометрическая. Последнее обстоятельство позволяет повысить степень сжатия, а значит увеличить и мощность, и крутящий момент. За счет того, что при впрыскивании и испарении в цилиндр топлива воздушный заряд охлаждается несколько улучшается наполнение цилиндров, а также снова снижается вероятность возникновения детонации.

Основные конструктивные отличия GDI от обычного впрыска:

- наличие топливного насоса высокого давления (ТНВД). Механический насос (подобный ТНВД дизельного двигателя) развивает давление в 50 бар (у инжекторного двигателя электронасос в баке создает в магистрали давление около 3-3,5 бар);
- форсунки высокого давления с вихревыми распылителями создают форму топливного факела в соответствии с режимом работы двигателя. На мощностном режиме работы впрыск происходит на режиме впуска и образуется конический топливовоздушный факел. На режиме работы на сверхбедных смесях впрыск происходит в конце такта сжатия и формируется компактный топливовоздушный факел, который вогнутое днище поршня направляет прямо к свече зажигания;
- в днище поршня особой формы сделана выемка, при помощи которой топливно-воздушная смесь направляется в район свечи зажигания;
- применены вертикальные впускные каналы, которые обеспечивают формирование в цилиндре "обратного вихря", направляя топливовоздушную смесь к свече и улучшая наполнение цилиндров воздухом (у обычного двигателя вихрь в цилиндре закручен в противоположную сторону).

Всего предусмотрено три режима работы двигателя:

- режим сгорания сверхбедной смеси (впрыск топлива на такте сжатия);
- мощностной режим (впрыск на такте впуска);
- двухстадийный режим (впрыск на тактах впуска и сжатия).

Режим сгорания сверхбедной смеси. Этот режим используется при малых нагрузках: при спокойной городской езде и при движении за городом с постоянной скоростью (до 120 км/ч). Топливо впрыскивается компактным факелом в конце такта сжатия в направлении поршня, отражается от него, смешивается с воздухом и испаряется, направляясь в зону свечи зажигания. Хотя в основном объеме камеры сгорания смесь чрезвычайно обеднена, заряд в районе свечи достаточно обогащен, чтобы воспламениться от искры и поджечь остальную смесь. В результате двигатель устойчиво работает даже при общем соотношении

воздуха и топлива в цилиндре 40:1.

Работа двигателя на сильнообедненной смеси поставила новую проблему - нейтрализацию отработавших газов. Дело в том, что при этом режиме основную их долю составляют оксиды азота, и поэтому обычный каталитический нейтрализатор становится малоэффективным. Для решения этой задачи была применена рециркуляция отработавших газов (EGR-Exhaust Gas Recirculation), которая резко снижает количество образующихся оксидов азота и установлен дополнительный NO-катализатор.

Система EGR "разбавляет" топливно-воздушную смесь отработавшими газами, снижает температуру горения в камере сгорания, тем самым "приглушая" активное образование вредных оксидов, в том числе NOx. Однако обеспечить полную и стабильную нейтрализацию NOx только за счет EGR невозможно, так как при увеличении нагрузки на двигатель количество перепускаемых ОГ должно быть уменьшено. Поэтому на двигатель с непосредственным впрыском был внедрен NO-катализатор.

Мощностной режим. Так называемый "режим однородного смесеобразования" используется при интенсивной городской езде, высокоскоростном загородном движении и обгонах. Топливо впрыскивается на такте впуска коническим факелом, перемешиваясь с воздухом и образуя однородную смесь, как в обычном двигателе с распределенным впрыском. Состав смеси при этом близок к стехиометрическому.

Двухстадийный режим. Этот режим позволяет повысить момент двигателя в том случае, когда водитель, двигаясь на малых оборотах, резко нажимает педаль акселератора. Когда двигатель работает на малых оборотах, а в него вдруг подается обогащенная смесь, вероятность детонации возрастает. Поэтому впрыск осуществляется в два этапа. Небольшое количество топлива впрыскивается в цилиндр на такте впуска и охлаждает воздух в цилиндре. При этом цилиндр заполняется сверхбедной смесью (примерно 60:1), в которой детонационные процессы не происходят. Затем, в конце такта сжатия, подается компактная струя топлива, которая доводит соотношение воздуха и топлива в цилиндре до "богатого" 12:1.

Компания Mitsubishi стала пионером в применении непосредственного впрыска топлива. На сегодняшний день аналогичную технологию используют Mercedes (CGI), BMW (HPI), Volkswagen (FSI, TFSI, TSI) и Toyota (JIS). Главный принцип работы этих систем питания аналогичен – подача бензина не во впускной тракт, а непосредственно в камеру сгорания и формирование послойного либо однородного смесеобразования в различных режимах работы мотора. Но подобные топливные системы имеют и различия, причем иногда довольно существенные. Основные из них – рабочее давление в топливной системе, расположение форсунок и их конструкция.

Итак, системы впрыска топлива прошли длинный путь совершенствования. Современные инжекторные системы приближаются к дизелям по экономичности и сохраняют ряд традиционных преимуществ бензиновых моторов.

## Список литературы

1. <http://znanieavto.ru/dvs/princip>
2. <https://ru.wikipedia.org/wiki/>
3. <http://www.autoopt.ru/articles/products/3172924/>

© Тарасов В.А., Быков В.С., Порхоменко Э.Н., Комогорцев М.Д., 2019

УДК 621.31 (07)

**Тарасов В.А.**

преподаватель Воронежского института  
правительственной связи, филиал  
академии федеральной службы охраны  
Российской Федерации

**Божков Ю.Ю.**

преподаватель Воронежского института  
правительственной связи, филиал  
академии федеральной службы охраны  
Российской Федерации

**Корнев П.Е.**

техник Воронежского института  
правительственной связи, филиал  
академии федеральной службы охраны  
Российской Федерации

Tarasov V.A.

lecture of the Voronezh Institute of  
Government Communications, branch of  
the Academy of Federal Security Service  
of the Russian Federation

Bogkov Yu.Yu

lecture of the Voronezh Institute of  
Government Communications, branch of  
the Academy of Federal Security Service  
of the Russian Federation

Kornev P.E.

lecture of the Voronezh Institute of  
Government Communications, branch of  
the Academy of Federal Security Service  
of the Russian Federation

### **ПРИСПОСОБЛЕНИЕ ДЛЯ ПРЕДМОНТАЖНОЙ ПРОВЕРКИ РАБОТОСПОСОБНОСТИ УСТРОЙСТВ ЗАЩИТНОГО ОТКЛЮЧЕНИЯ**

#### **ADAPTATION FOR PRESERVED VERIFICATIONS PERFORMANCE PROTECTION DEVICES**

Ключевые слова: напряжение, электропитание, защита, электроустановка, электрическая цепь.

Аннотация: предложена конструкция простого, недорогого и простого в эксплуатации приспособления для проверки работоспособности устройств защитного отключения.

Keywords: voltage, power supply, protection, electrical installation, electrical circuit.

Abstrakt: the design of a simple, inexpensive and easy-to-use device for testing the operability of residual current devices is proposed.

В настоящее время при проведении электромонтажных работ широкое распространение получают устройства защитного отключения (УЗО) или, как их еще называют, выключатели дифференциального тока (ВД). В соответствии с требованиями ПУЭ (Правил устройства электроустановок) для обеспечения электробезопасности включение УЗО в электрическую цепь является обязательным [1,2].

В настоящее время, существующие конструкции УЗО можно разделить на два вида: электронные и электромеханические[3].

Для работы электронного УЗО необходим источник питания, в качестве которого используется сетевое напряжение. Работоспособность электронного УЗО зависит как от величины этого напряжения, так и от качества электропитания. Электромеханические УЗО являются энергонезависимыми.

В нормальных условиях (при качественном электропитании) работа этих приборов происходит с одинаковым результатом, поэтому «Правила устройства электроустановок» разрешают применение как электронных, так и электромеханических УЗО. Однако при обрыве нулевого провода, который сам по себе не приводит к срабатыванию УЗО, электрические приборы защищаемой цепи будут продолжать находиться под воздействием фазного потенциала, а вот питание электронного УЗО будет нарушено, и в случае возникновения дифференциального тока (тока утечки), например, в результате поражения человека электрическим током, электронное УЗО, лишенное питающего напряжения, не отключит цепь. Электромеханическое УЗО в тех же условиях сработает. Поэтому в отношении обеспечения электробезопасности гораздо предпочтительнее электромеханические УЗО, так как случаи обрыва нулевого провода не являются редкими[3,4].

Наличие большого количества производителей УЗО и отсутствие обязательного государственного контроля рабочих параметров приводит к появлению значительного количества случаев производственного брака при производстве этих изделий. Существенная разница в цене на электронные и электромеханические УЗО (электронные УЗО примерно вдвое дешевле) приводит, также, и к частому появлению подделок – в корпус электромеханического УЗО вставляют электронное. Таким образом, вопросы предмонтажной проверки устройств данного типа являются весьма актуальными.

Для проверки работоспособности УЗО любого типа необходимо и достаточно обеспечить протекание электрических токов по разным полюсам прибора с такой разницей в их величинах, которая должна привести к срабатыванию прибора или симитировать такую разницу токов.

Сущность предложения заключается в создании устройства, которое обеспечивает протекание тока необходимой для срабатывания УЗО величины по одному из полюсов электромеханического УЗО, не включенного в сеть, и, таким образом, искусственно создает разницу токов по различным полюсам УЗО, имитируя дифференциальный ток (ток утечки).

Устройство конструктивно собрано в корпусе в виде увеличенной вилки, в который вмонтирован светодиод для визуальной индикации работы, и откуда выведены два гибких провода с наконечниками. Один из проводов для удобства работы снабжен двумя наконечниками типа «крокодил». Это позволяет одновременно подключаться к двум полюсам проверяемого УЗО, проверка которых производится последовательно, один за другим. Для работы устройства требуется наличие сетевого питания (розетки) на 220 В. Схема разработанного устройства показана на рис. 1.

Методика проверки электромеханических УЗО заключается в

следующем. Необходимо вставить вилку устройства в сетевую розетку, при этом должен загореться светодиод, что свидетельствует о наличии питающего напряжения сети. Проверка работоспособности устройства проводится путем кратковременного замыкания наконечников проводов, при этом светодиод должен погаснуть, что и свидетельствует о работоспособном состоянии устройства.

Далее необходимо включить проверяемое УЗО (взвести тумблер) и кратковременно соединить наконечники проводов со входом и выходом каждого из полюсов УЗО по очереди. Если при этом УЗО сработало, а светодиод кратковременно погас и вновь загорелся, то этот полюс УЗО исправен. Если УЗО не сработало, а светодиод погас, то УЗО неисправно – оно не реагирует на наличие тока утечки (либо это УЗО является электронным). Если УЗО не сработало, а светодиод горит, то УЗО неисправно – произошел обрыв данного полюса УЗО.

Как следует из приведенной методики, кроме проверки работоспособности УЗО это устройство помогает определить его тип. Для точного определения типа УЗО необходимо дополнительно провести проверку на фактическое обеспечение требований электробезопасности.

Кроме этого, предлагаемое устройство позволяет проводить проверку целостности (отсутствие обрыва) участков электрической цепи или предохранителей. Для этого наконечники проводов необходимо присоединить к концам проверяемого участка цепи или предохранителя. Если при этом светодиод погас, то это свидетельствует о протекании в проверяемой цепи электрического тока и, соответственно, о ее целостности.

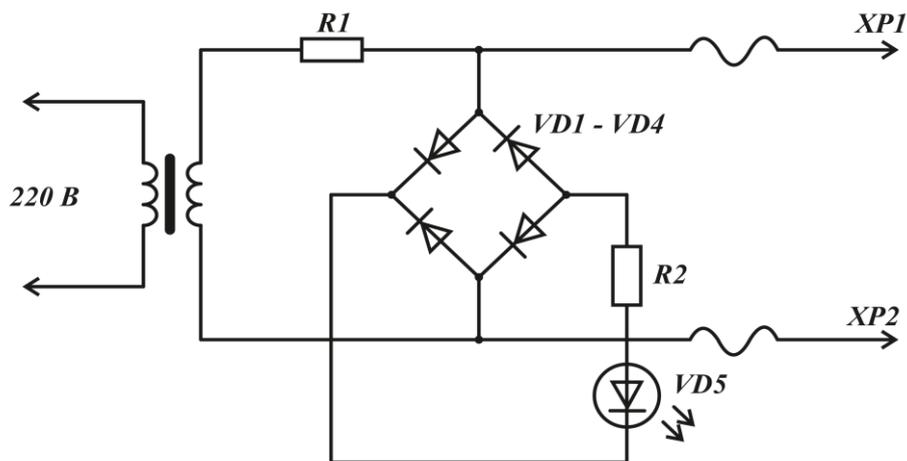


Рисунок 1 – Схема приспособления для проверки работоспособности УЗО

Данное рационализаторское предложение позволило создать малогабаритное, простое в изготовлении и использовании, недорогое устройство, которое обеспечивает:

- предмонтажную проверку работоспособности электромеханических УЗО с дифференциальным током 30 мА без подключения к испытуемому прибору напряжения, опасного для жизни;
- проводить проверку как однофазных, так и трехфазных

электромеханических УЗО;

- проводить проверку целостности участков электрической цепи;
- простоту процедуры проверки;
- возможность добавления, по мере необходимости, новых функциональных свойств (например, возможности проверки ложных срабатываний).

#### Список литературы

1. Правила устройства электроустановок и правила техники безопасности (ПУЭ и ПТБ). – М: Энергия, 1993. – 160 с.
2. Правила устройства электроустановок и правила техники безопасности (ПУЭ и ПТБ) в военных электроустановках. – М: ВИ Министерства обороны, 1993. – 148 с.
3. Синдеев Ю.Г. Электротехника с основами электроники. – Ростов-на-Дону: Феникс, 2006. – 416 с.
4. Доморацкий О.А. Электропитание устройств связи. – М.: Радио и связь, 1981. – 322 с.

© Тарасов В.А., Божков Ю.Ю., Корнев П.Е., 2019

УДК 621.396

**Унковский А.В.**

адъюнкт

ФГКВОУ ВПО «Военный учебно-научный центр Военно-воздушных сил «Военно-воздушная академия им. проф. Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина»

г. Воронеж, РФ

**Спиридонов Е.Г.**

профессор, доктор технических наук  
ФГКВОУ ВПО «Военный учебно-научный центр Военно-воздушных сил «Военно-воздушная академия им. проф. Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина»

г. Воронеж, РФ

**Титов Д.А.**

начальник отделения измерительной техники 5 центр метрологического обеспечения 1204 РЦМ МО РФ  
г. Щелково, РФ

Unkovsky A. V.

Postgraduate officer (student)

Military educational-scientific center of air force «The air force academy named after professor N.E. Zhukovsky and Y.A. Gagarin» (Voronezh),

Russian Federation

Spiridonov E.G.

professor, doctor of technical sciences,  
Military educational-scientific center of air force «The air force academy named after professor N.E. Zhukovsky and Y.A. Gagarin» (Voronezh),

Russian Federation

Titov D.A.

head of the measuring equipment department 5 center for metrological support of the Ministry of Defense RF (Shchelkovo), Russian Federation

### ИСТОЧНИКИ ОШИБОК ПРИ ОПРЕДЕЛЕНИИ КООРДИНАТ ИСТОЧНИКА РАДИОИЗЛУЧЕНИЯ

SOURCES OF ERRORS IN DETERMINING THE COORDINATES OF THE  
SOURCE OF RADIO EMISSION

Ключевые слова: источник радиоизлучения, точность определения координат, проблема позиционирования.

Аннотация: В статье рассматриваются проблемные вопросы по определению местоположения источника радиоизлучения в условиях топологии расположения пунктов приема на плоскости.

Keywords: source of radio emission, accuracy of determination of coordinates, positioning problem.

Summary: the article discusses the issues of determining the location of the source of radio emission in the conditions of the topology of the location of reception points on the plane.

Определяющим фактором при расположении пунктов приема и источника радиоизлучения является геометрический.

При различных способах определения местоположения источника радиоизлучения на плоскости или в пространстве существенное влияние на точность определения координат оказывает взаимное расположение пунктов приема и источника радиоизлучения [1], [2]. Т.е., если бы условия распространения радиосигнала были близки к идеальным, а ошибки измерения первичных параметров (ими могут быть времена и углы прихода сигнала) были бы постоянны, то значение ошибок определения местоположения менялось бы при перемещениях в разные точки пространства. Потери точности из-за взаимного геометрического расположения источника радиоизлучения и пунктов приема мы будем называть геометрическим фактором.

В разностно-дальномерном методе определения местоположения первичными параметрами являются времена прихода сигнала. Геометрическим местом точек на плоскости, от которых разность расстояний до двух фиксированных точек постоянна, является гипербола. В работах [3], [4] рассматривалась зависимость ошибки определения местоположения источников радиоизлучений от топологии расположения пунктов приема на плоскости.

Геометрический фактор снижения точности позиционирования (GDOP - geometric dilution of precision) можно пояснить с помощью гипербол.

Местоположение источника радиоизлучения определяется пересечением двух гипербол, каждая из которых определяется разностью времен прихода сигналов.

Измерения имеют погрешность, поэтому искомое местоположение источника радиоизлучения представляет собой площадь, образованную пересечением двух линий положения с учетом погрешности измерений. На рисунке 1 а представлена область местоположения источника радиоизлучения при низком факторе геометрического снижения точности позиционирования GDOP; на рисунке 1 – при высоком GDOP. Из сравнения следует, что площадь искомого местоположения значительно меньше в случае низкого GDOP, что приводит к повышению точности позиционирования.

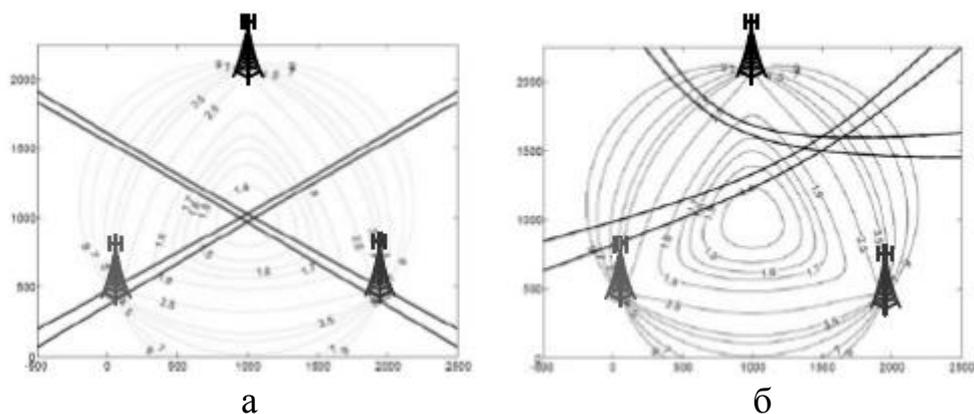


Рисунок 1 – Коэффициенты GDOP (а - низкий, б - высокий)

На сегодняшний день системы, основанные на принципах, изложенных в предыдущих параграфах данной работы, широко используются и развиваются.

Результаты точности позиционирования в наиболее удачных их реализациях – до единиц метров в условиях открытой местности.

Вместе с тем следует отметить, что в реальной практике применения этих методов условия ландшафта не всегда бывают идеальными и это представляет собой одну из важных практических, а значит и исследовательских проблем.

В частности, имеется в виду проблема многолучевого распространения сигнала в условиях неоднородности рельефа. Данная проблема исследовалась на протяжении нескольких лет, где определено условие влияния рельефа на возникновение проблемы многолучевого распространения радиоволн (PPB), когда сигнал, излученный передатчиком претерпевает множество переотражений, вследствие чего приходит на приемник с существенной избыточной задержкой [1], [5].

Помимо этого, переотраженный сигнал NLOS по своему уровню может быть значительно выше, тогда как прямой сигнал LOS (Line Of Sight) оказывается существенно ослаблен. Результат подобного ослабления может доходить до того, что уровень прямого сигнала становится ниже уровня шума, что не позволяет воспринять его посредством приемника. И, вместе с тем, напротив, переотраженные сигналы имеют уровень достаточно высокий для восприятия приемником. Из этого следует в основном, что главным источником неточностей позиционирования источника радиоизлучения в условиях сложного неоднородного рельефа является многолучевое распространение радиосигналов. В этой ситуации уровень сигнала, переотраженного от различных препятствий, намного выше, чем уровень прямого сигнала, поступающего на пункт приема непосредственно от источника радиоизлучения. В случаях практического применения такие неточности в измерениях координат, достигающие 500 м, считаются серьезной ошибкой, вызванной многолучевым распространением сигнала в условиях сложного ландшафта местности. Данная проблема позиционирования на сегодняшний день до сих пор не имеет хорошего научно-технического решения. Все попытки реализовать теоретический синтез системы, учитывающий переотражения, пока не имели больших успехов. Для решения этой

проблемы необходимо разработать модели идентификации прямой видимости путем применения беспилотной техники в процессе позиционирования.

#### Список литературы

1. Сосулин, Ю.Г. Теоретические основы радиолокации и радионавигации. - М: Радио и связь, 1992. 304 с.
2. Волков, Р.В. Основы построения и функционирования разностно-дальномерных систем координатометрии источников радиоизлучений / Р.В. Волков, С.В. Дворников, В.Н. Саяпин, А.Н. Симонов // Учебное пособие, Военная академия связи имени С.М. Будёного, СПб.: 2013. 116 с.
3. Гряник, В.Н. Теория и техника радиолокации и радионавигации / В.Н. Гряник, С.Н. Павликов, Е.Н. Убанкин. // Учебное пособие. Владивостокский Государственный университет. Владивосток, 2009. 132 с.
4. Li1, B. 3D DOPs for Positioning Applications Using Range Measurements / B. Li1, A. G. Dempster1, J. Wang // Wireless Sensor Network. – 2011. – PP. 334-340.
5. Hadden, R.L. The Geology of Yemen: An Annotated Bibliography of Yemen's Geology, Geography, and Earth Science Alexandria / R.L. Hadden //Army Geospatial Center, U.S. Army Corps of Engineers. – 2012. – 330 p.

© Унковский А.В., Спиридонов Е.Г., Титов Д.А., 2019

#### **Филатов А.К.**

курсант ФГКВОУ ВПО «Военный учебно-научный центр Военно-воздушных сил «Военно-воздушная академия им. проф. Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина» г. Воронеж, РФ

#### **Авдеев А.И.**

курсант ФГКВОУ ВПО «Военный учебно-научный центр Военно-воздушных сил «Военно-воздушная академия им. проф. Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина» г. Воронеж, РФ

#### **Сафонова Н.М.**

преподаватель кафедры «Общепрофессиональных дисциплин» Военный учебно-научный центр Военно-воздушных сил «Военно-воздушная академия им. проф. Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина. г. Воронеж

#### **Filatov A.K.**

cadets Military educational-scientific center of air force «The air force academy named after professor N.E. Zhukovsky and Y.A. Gagarin» (Voronezh), Russian Federation

#### **Avdeev A.I.**

cadets Military educational-scientific center of air force «The air force academy named after professor N.E. Zhukovsky and Y.A. Gagarin» (Voronezh), Russian Federation

#### **Safonova N.M.**

teacher department of "All-professional disciplines" Military educational-scientific center of air force «The air force academy named after professor N.E. Zhukovsky and Y.A. Gagarin» (Voronezh)

### **МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОТИВОБУКСОВОЧНОГО УСТРОЙСТВА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ГРАФИЧЕСКОГО РЕДАКТОРА КОМПАС 3D.**

**SIMULATION OF ANTI-PACKAGE DEVICE USING A COMPASS 3D GRAPHIC EDITOR.**

Ключевые слова: противобуксовочное устройство для грузовых автомобилей выполненное в графическом редакторе Компас 3D.

Аннотация: В данной статье рассматриваются вопросы повышенной проходимости и варианты противобуксовочных устройств для автомобилей. Проектирование устройств с помощью графических редакторов.

Keywords: the protivobuksovochny device for trucks executed in the editor Kompas 3D.

Summary: In this article questions of cross-country capacity and options the protivobuksovochnykh of devices for cars are considered. Design of devices by means of graphic editors.

Понятие автомобилей повышенной проходимости перешло в бытовую жизненную отрасль из армейской сферы. Именно военная потребность заставила конструкторов из разных стран включить дополнительные возможности по модернизации машин. До Второй мировой войны подобная техника выпускалась только в США, СССР и Японии. В качестве базовых автомобилей принятых на вооружение - автомобили повышенной проходимости КАМАЗ-4310, Урал-4320, ЗИЛ-131.

Проходимостью является эксплуатационное свойство, определяющее возможное движение автомобиля в ухудшенных дорожных условиях.

Факторы влияющие на проходимость автомобилей :

- Эксплуатационные - дорожные условия, время года, эксплуатация автомобилей в горах, преодоление автомобилем ледяных преград;
- Конструктивные – тип и конструкция шин, тип трансмиссии, тип дифференциала, влияние типа привода.

Эти факторы повлияли на создание различных устройств для повышенной проходимости и наиболее лучшего сцепления с покрытием. Многиме российским объединениям на сегодняшний день не оказывается должной поддержки со стороны спонсоров и заинтересованных в этих системах компаний.

Существует несколько вариантов противобуксовочных средств:

1) Траки из пластин (сэндтраки) жесткая подкладка под ведущее колесо (альтернатива лентам)

2) Резиновые ленты. Относятся к средствам спасения. Укладывается на проблемный участок дороги.

3) Противобуксовочные браслеты (альтернатива цепям) Устанавливается на колесо для преодоления проблемного участка. Не пригодны для движения по дорогам.

4) Цепи противоскольжения. Устанавливается на колесо для преодоления сложного участка бездорожья.

5) Пазы на ступицу. Крепится к колесу через нештатный адаптер.

Цепи противоскольжения.

1) Траковые - представляют собой металлические пластины, закрепляемы на колесе цепями.

2) Гусеничные- представляют собой гибкую металлическую гусеницу,

закрепляемую на заднюю тележку автомобиля.

3) Мелкозвенчатые – представляют собой мелкозвенчатую цепь, надеваемую на колесо автомобиля.

Противобуксовочные устройства имеют преимущества и недостатки.

Преимущества:

1) Устройство секционное. На колесо в зависимости от условий можно установить одно, несколько или целую группу устройств.

2) Быстрота установки. Немаловажный фактор, ведь в экстремальной, а в нашем случае боевой обстановке нет времени на выкладку и зацепку цепей. Делая небольшую отсылку к нашей разработке, стоит отметить что наша устройство надевается на шину и соединяется с диском, при этом автомобилю не требуется выполнять какие-либо маневры.

3). Грунтозацепы имеют оптимальную форму и небольшую высоту относительно шины. Благодаря такой форме, прохождение сложных участков на устройстве, происходит без налипания грунта или снега.

Недостатки: Это большой размер, вследствие чего и масса, которые обусловлены применением металлических грунтозацепов и цепей или же кевларовых ремней для крепления устройства.

В настоящее время проектирование различных технических устройств редко обходится без применения современных методов компьютерного моделирования. Компьютерное моделирование является одним из самых перспективных инструментов современной науки и используется для решения практических задач. На отечественных машиностроительных предприятиях используются различные программные продукты для моделирования механических систем.

Компьютерное моделирование позволяет существенно сократить сроки проектирования, испытания и настройки параметров технических объектов, в том числе и механических передач различных типов. В связи с вышесказанным, стоит проблема создания имитационной модели ходовой части автомобиля с установленными противобуксовочными устройствами. Возможные смещения приложения сил, а главное их влияние на ходовые качества и проходимость позволит выявить и проследить в динамике именно компьютерная модель. В программном комплексе была создана компьютерная модель колеса. В создании модели не учитывались угол развала/схождения и протекторный профиль колеса.

В виртуальной компьютерной модели колеса были выставлены физические параметры соответствующие реальным условиям, возникающим при движении автомобиля, т.е. установлен радиус колеса, ширина, масса колеса, коэффициенты упругости и жесткости. Вертикальная нагрузка на колесо задавалась через ось вращения. Цель нашей работы выполнить модель колеса с использованием графического редактора Компас 3D. Далее выполнить модель заднего моста грузового автомобиля и противобуксовочное устройство.

Список литературы:

1. Фрумкин А.К., Алышев И.И., Попов А.И., Современные антиблокировочные и

противобуксовочные системы грузовых автомобилей, автобусов и прицепов; -М.: ЦНИИТ ЭИАВТОПРОМ, 1990. 57 с.;

2. Фирма WABCO, ABS/ASR "D" – Антиблокировочная система для грузовых автомобилей и автобусов; 1999 ;

3. Автомобиль Анализ конструкций и элементы расчёта. Учебник для вузов / Осепчугов В.В., Фрумкин А.К. -М.: Машиностроение, 1989, 304 с.;

4. Ганин Н. Б. Проектирование в системе КОМПАС-3D:Учебный курс. – СПб.: Питер, ДМК-Пресс, 2008. – 448 с.

5. Ганин Н. Б. КОМПАС-3D:Трёхмерное моделирование. – М.: ДМКПресс, 2009. – 384 с.

©Филатов А.К., Авдеев А.И., Сафонова Н.М. 2019.

УДК 629.113

**Хабибуллин Р.Р.**

студент ФГБОУ ВО «Пензенский  
государственный университет»

г. Пенза, РФ

**Сергеевичев Ю.В.**

студент ФГБОУ ВО «Пензенский  
государственный университет»

г. Пенза, РФ

**Акжигитов А.Р.**

студент ФГБОУ ВО «Пензенский  
государственный университет»

г. Пенза, РФ

**Генералова А.А.**

доцент, кандидат технических наук  
кафедры «Транспортные  
машины» ФГБОУ ВО «Пензенский

государственный университет»

г. Пенза, РФ

Khabibullin R.R.

Student FSBEI HE "Penza State  
University"

Penza, Russian Federation

Sergeevichev Y.V.

Student FSBEI HE "Penza State  
University"

Penza, Russian Federation

Akzhigitov A.R.

Student FSBEI HE "Penza State  
University"

Penza, Russian Federation

Generalova A.A.

Associate Professor, Candidate of  
Technical Sciences of the Department

"Transport Machines" FSBEI of HE  
"Penza State University"

Penza, Russian Federation

## ЭЛЕКТРОННАЯ СИСТЕМА КУРСОВОЙ УСТОЙЧИВОСТИ

### ELECTRONIC STABILITY PROGRAMME

Ключевые слова: система стабилизации, ESP, активная безопасность, курсовая устойчивость.

Аннотация: в статье рассматриваются актуальность, принцип действия, а также возможности системы курсовой устойчивости, которая позволяет сохранять устойчивость и управляемость автомобиля.

Keywords: stabilization system, ESP, active safety, exchange rate stability.

Summary: The article discusses the relevance, principle of operation, as well as the capabilities of the exchange rate stability system, which allows you to maintain the stability and controllability of the vehicle.

Многие аварии происходят из-за того, что водитель не успевает вовремя нажать на тормоз и теряет контроль над машиной. Чтобы подстраховать водителя от неправильных действий производители начали создавать системы, которые самостоятельно определяют сложную ситуацию и мгновенно пытаются стабилизировать автомобиль. В первую очередь речь идет о системе курсовой устойчивости ESP.[2]

Система курсовой устойчивости (другое наименование - система динамической стабилизации) предназначена для сохранения устойчивости и управляемости автомобиля за счет заблаговременного определения и устранения критической ситуации. Позволяет удерживать автомобиль в пределах заданной водителем траектории при различных режимах движения (разгоне, торможении, движении по прямой, в поворотах и при свободном качении). С 2011 года оснащение системой курсовой устойчивости новых легковых автомобилей является обязательным в США, Канаде, странах Евросоюза.[3]

Система динамической стабилизации является системой активной безопасности более высокого уровня и включает антиблокировочную систему тормозов (ABS), систему распределения тормозных усилий (EBD), электронную блокировку дифференциала (EDS), антипробуксовочную систему(ASR).

Система предупреждает опережение или запаздывание поворота автомобиля во время управления им. Преимущества ABS и ASR развиваются системой курсовой устойчивости за счет повышения активной безопасности движения во время управления автомобилем по следующим пунктам:

- обеспечение водителя активной помощью даже в критических динамических ситуациях;
- увеличение курсовой устойчивости автомобиля даже при предельно сложных условиях дорожного движения для всех режимов эксплуатации, таких как полное или частичное торможение, движение накатом, разгон, торможение двигателем, изменение нагрузок;
- повышение устойчивости движения даже во время экстремальных маневров управления (аварийная ситуация);
- улучшение управляемости при предельно сложных условиях дорожного движения;
- лучшее использование потенциала сцепления между шинами и дорожным покрытием в зависимости от условий движения по сравнению с ABS и ASR. [1]

Система курсовой устойчивости объединяет входные датчики, блок управления и гидравлический блок в качестве исполнительного устройства.

Работа системы курсовой устойчивости не отличается сложностью и в общем случае сводится к следующему:

- входные датчики дают всю информацию о фактическом положении и характере движения автомобиля;
- данная информация сравнивается с программой, заложенной в контроллере;
- при отличии фактического положения дел от программы контроллер

включает исполнительные устройства, предотвращая аварийную ситуацию.

Для предотвращения аварийной ситуации система курсовой устойчивости может предпринимать различные действия:

- подтормаживание одного или нескольких колес (в зависимости от траектории и скорости автомобиля, направления заноса и т.д.);
- изменение крутящего момента, передаваемого на колеса (посредством изменения крутящего момента двигателя или переключением скоростей).

Система динамической стабилизации – это отличный помощник на дороге, особенно для неопытных водителей. Не стоит забывать, что возможности электроники также не безграничны. Система во многих случаях существенно снижает вероятность аварии, однако водителю никогда не стоит терять бдительность.[4]

#### Список литературы

1. Электронные системы автомобилей: учебное пособие / О.Л. Коваленко; Сев. (Арктич.) федер. ун-т им. М.В. Ломоносова. - Архангельск: ИПЦ САФУ, 2013. - 80 с.: ил.
2. [http://www.autom.ru/inf/bezopasnost/abs\\_esp/](http://www.autom.ru/inf/bezopasnost/abs_esp/)
3. <http://systemsauto.ru/active/esp.html>
4. <http://www.autoopt.ru/articles/products/4572324>

© Хабибуллин Р.Р., Сергеевичев Ю.В., Акжигитов А.Р., Генералова А.А., 2019

УДК 629.053-233

**Шевченко Д.А.**

сержант ФГКВОУ ВПО «Военный учебно-научный центр Военно-воздушных сил «Военно-воздушная академия им. проф. Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина» г. Воронеж, РФ

**Зенин В.Л.**

кандидат технических наук, доцент кафедры «Общепрофессиональных дисциплин» ФГКВОУ ВПО «Военный учебно-научный центр Военно-воздушных сил «Военно-воздушная академия им. проф. Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина» г. Воронеж, РФ

**Shevchenko D.A.**

sergeant Military educational-scientific center of air force «The air force academy named after professor N.E. Zhukovsky and Y.A. Gagarin» (Voronezh), Russian Federation

**Zenin V.L.**

candidate of technical Sciences, associate professor of general professional disciplines FSOMEI HE «Military Educational and Scientific Centre of the Air Force N.E. Zhukovsky and Y.A. Gagarin Air Force Academy» (Voronezh) the Ministry of Defence of the Russian Federation

## ОЦЕНКА КОНСТРУКТИВНЫХ И ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ЩЕКИ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ

ASSESSMENT OF CONSTRUCTIVE AND OPERATIONAL PARAMETERS OF  
THE CHEEKS OF THE CONTROL SYSTEM

Ключевые слова: щека, твердотельная модель, анализ напряжений в детали.

Аннотация: в статье приводится оценка конструктивных и эксплуатационных показателей детали.

Keywords: cheek, a solid model, analysis of stresses in a part.

Summary: the article provides an assessment of the design and performance of the part.

Щека системы управления весьма широко применяются в различных конструкциях транспартных средств.

Деталь выполняется путем механической обработки штамповки. Жесткие требования к механической обработке предъявляются в местах установки осей и подшипников качения, которые устанавливаются в щеке по посадке с зазором.

Оценка конструктивных и эксплуатационных показателей детали состоит из двух этапов:

1 разработка твердотельной модели детали;

2 анализ напряжений в детали.

Разработка твердотельной модели содержит следующие этапы.

1 Создание документа новой детали.

2 Создание эскиза исходного контура детали рисунок 1.

3 Расставление размеров рисунок 2.

4 Вытяжка исходного контура рисунок 3.

5 Сохранение детали.

6 Создание остальных элементов конструкции рисунок 4.

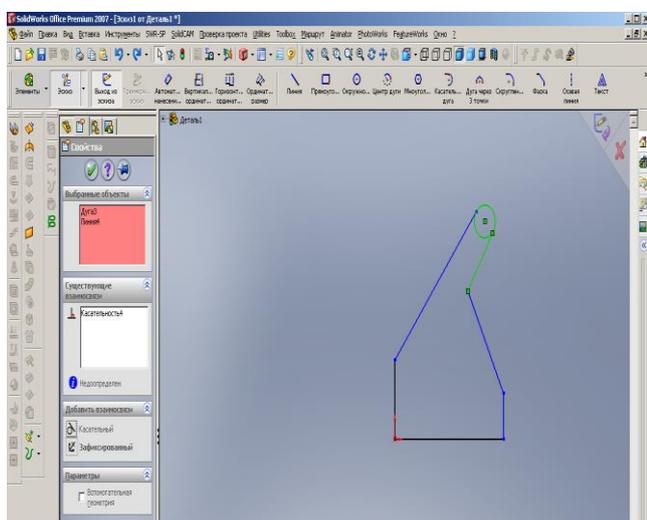


Рисунок 1 – Исходный эскиз контура детали

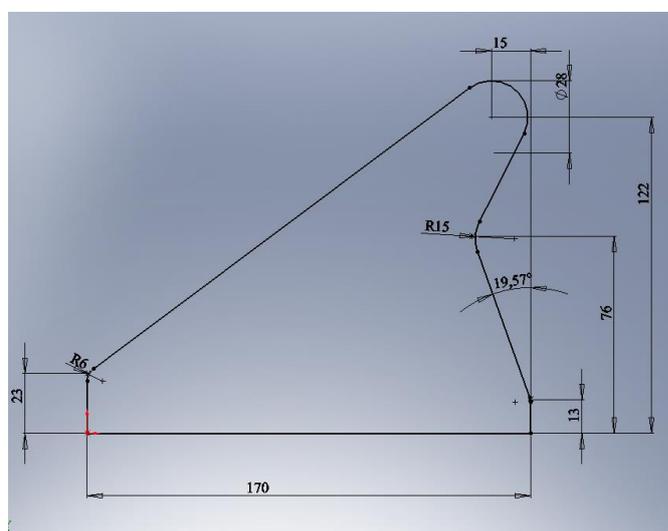


Рисунок 2 – Размеры исходного эскиза детали



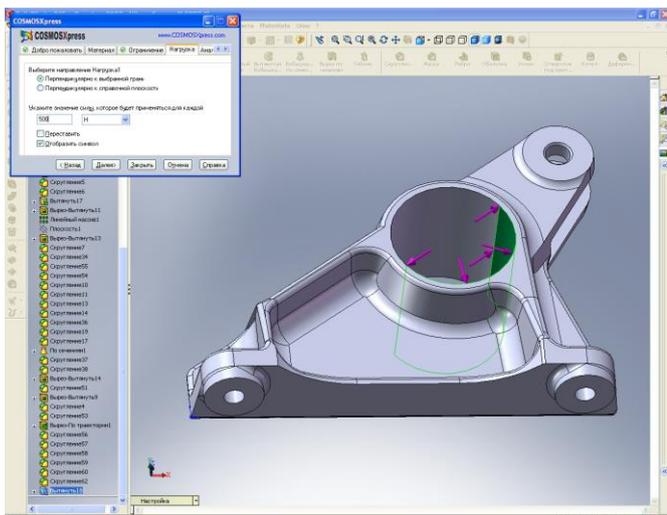


Рисунок 7 – Сила действующая на деталь

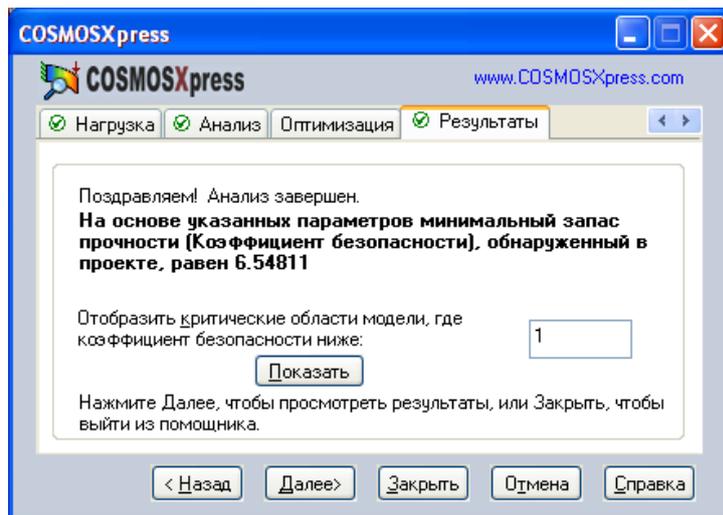


Рисунок 8 – Коэффициент запаса прочности

8. Рассматривается распределение напряжений в модели рис. 9.
9. Отображение распределения смещений в модели рис. 10.

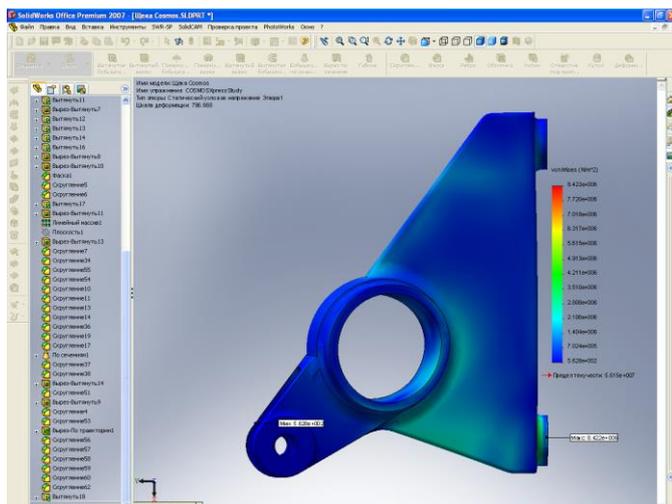


Рисунок 9 – Распределение напряжений в модели

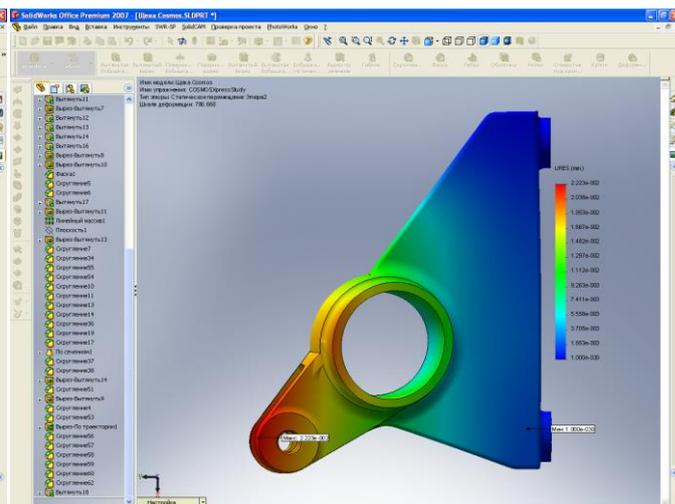


Рисунок 10 – Отображение распределения смещений

Анализ показал, что деталь выдержит действующие на неё нагрузки. Запас прочности равен 6,55.

#### Список литературы

1. Землянов Г. С., Ермолаева В. В. 3D-моделирование // Молодой ученый. – 2015. – №11. – С. 186-189. – URL <https://moluch.ru/archive/91/18642/>.

© Шевченко Д.А., Зенин В.Л., 2019

УДК 630.323.113

**Шуваев А.Ю.**

курсант ФГКВБОУ ВПО «Военный учебно-научный центр Военно-воздушных сил «Военно-воздушная академия им. Проф. Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина», г. Воронеж, РФ

**Серебрянский А.И.**

доцент, кандидат технических наук ФГКВБОУ ВПО «Военный учебно-научный центр Военно-воздушных сил «Военно-воздушная академия им. Проф. Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина», г. Воронеж, РФ

Shuvaev A.Yu.

Lecturer at the Military Educational and Scientific Center of the Air Force "Military Air Academy named after Prof. NOT. Zhukovsky and Yu.A. Gagarin ", Voronezh, RF

Serebryansky A.I.

Associate Professor, Candidate of Technical Sciences FGKVOU VPO "Military Training and Scientific Center of the Air Force" Air Force Academy. Prof. NOT. Zhukovsky and Yu.A. Gagarina ", Voronezh, RF

## **ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ МОДЕЛЬНОГО УЗЛА ДЛЯ ЛАБОРАТОРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ ПАР ТРЕНИЯ**

### **DETERMINATION OF PARAMETERS OF MODEL UNIT FOR LABORATORY RESEARCHES OF FRICTION PAIRS**

Ключевые слова: трение, изнашивание, модельный узел, исследования на трение и износ, подшипник скольжения

Аннотация: В статье определены параметры модельного узла для стендовых испытаний на трение и изнашивание подшипников скольжения. Используется теория подобия для расчета перехода от модельного узла к натурному

Keywords: friction, wear, model assembly, research on friction and wear, sliding bearing

Summary: The article defines the parameters of the model assembly for bench tests for friction and wear of sliding bearings. The similarity theory is used to calculate the transition from a model node to a full-scale one.

В промышленности широко используются подшипники скольжения. Однако, рабочий ресурс подшипников, особенно тяжелонагруженных (шарнирные соединения манипуляторов, шарнирные соединения балансирных подвесок тракторов и т.д.), не всегда является удовлетворительным, по сравнению с рабочим ресурсом совмещенного оборудования и базовых машин. Одним из направлений, увеличивающих моторесурс подшипников скольжения, является применение новых, перспективных, антифрикционных материалов. Что бы адекватно судить о возможности применения тех или иных материалов необходимо проводить их стендовые испытания на трение и износ. Для этих целей можно воспользоваться оборудованием, описанным в работах [1].

При планировании стендовых испытаний предусматривается определение показателей износостойкости подшипников скольжения.

Назначение режимов стендовых испытаний производится с учетом

конструктивных, технологических и эксплуатационных факторов нагружения. Стендовые испытания необходимо проводить на установке, обеспечивающей кинематическое и силовое подобие реальных эксплуатационных условий нагружения.

Модель шарнирного соединения разрабатывается с учетом конструктивно – технологических факторов нагружения.

Расчет масштабного фактора включает следующие операции [2]: разработку моделей испытания на износ; установление параметров, влияющих на износ; выбор базисных параметров; получение критериев подобия и составление критериального уравнения в комплексной форме; выбор краевых условий с учетом требований, предъявляемых к модели и натурному образцу; решение критериального уравнения; анализ решения.

Процесс трения и износа шарнирного соединения представляется функцией параметров:

$$f = \psi(V, P, m, t, S, A_c, h, r, HB, E, \tau, c, \lambda, \sigma, \Theta, P_c) \quad (1)$$

где  $V$  – скорость скольжения,  $P$  – нагрузка,  $m$  – масса детали,  $t$  – время,  $S$  – характерный геометрический размер сопряжения,  $A_c$  – контурная площадь трения,  $h, r$  – высота и радиус выступа микронеровности,  $HB$  – твердость поверхностных слоев,  $E$  – модуль упругости материала,  $\tau$  – касательные напряжения в поверхностных слоях,  $c$  – коэффициент теплоемкости материала,  $\lambda$  – коэффициент теплопроводности,  $\sigma$  – коэффициент теплоотдачи,  $\Theta$  – температура в зоне трения,  $P_c$  – контурное давление.

Используя анализ размерностей, и применив систему четырех основных единиц  $L, M, T, \Theta$ , получаем уравнение в критериальной форме:

$$f = \psi\left(\frac{m_{1,2}}{P_c^2 \times V^2 \times t^6}, \frac{A_{c1,2}}{V^4 \times t^4}, \frac{P}{P_c \times V^2 \times t^2}, \frac{HB_{1,2}}{P_c}, \frac{h_{1,2}}{V^2 \times t^2}, \frac{r_{1,2}}{V^2 \times t^2}, \frac{\lambda_{1,2,3} \times \Theta^3}{P_c^3 \times V^6 \times t^3}, \frac{C_{1,2,3} \times \Theta^3}{V^6}, \frac{\sigma_{1,2} \times \Theta^2}{P_c^2 \times V^2}, \frac{S}{V^2 \times t^2}\right) \quad (2)$$

где параметры с индексами 1,2,3 относятся соответственно к валу, втулке и среде.

Назначив краевые условия (в нашем случае  $C_{HB}=1$ ;  $C_\lambda=1$ ;  $C_V=1$ ) уравнение решается относительно  $S$ . Получаем коэффициент перехода от натуре к модели:

$$C_m = C_S, C_{AC} = C_S^2, C_P = C_S, C_{HB} = 1, C_\tau = 1, C_h = C_r = C_S, C_\lambda = 1, \quad (3)$$

$$C_t = C_S^{1/2}, C_{PC} = 1, C_V = 1, C_\Theta = C_S^{1/2}$$

Для пары трения, выполненной по схеме вал – втулка, приемлемым характерным размером является:

$$S = l_1 \times d_2 \quad (4)$$

где  $l_1$  – длина втулки;  $d_2$  – диаметр пальца.

Перейдя от симплексов к параметрам, и, подставив их значения, определяются коэффициенты перехода через геометрические размеры натурального и модельного сопряжений. Для упрощения расчетов для всего цикла испытаний можно ввести граничное условие:

$$\frac{l'_1}{d'_2} = \frac{l_1}{d_2} = const \quad (5)$$

где знак «штрих» относится к модели, а без знака – к образцу.

После подстановок получаем:

$$C_s = \frac{(d'_2)^2}{d_2^2} \quad (6)$$

Используя эту зависимость, получаем значения коэффициентов перехода от натуре к модели через диаметры натурального и модельного образцов. Представленные материалы были использованы при проведении исследований, освещенных в работах [3, 4, 5, 6, 7].

#### Список литературы

1. Смогунов Н.С., Серебрянский А.И., Рубахин В.И. Экспериментальная установка для исследования подшипников скольжения, работающих в условиях реверсивного трения. ВИНТИ. № 3576 – И98, 6 с.
2. Браун Э.Д. Расчет масштабного фактора при оценке трения и изнашивания. – В кн.: Износостойкость. М., Наука, 1975, с.136 – 154.
3. Серебрянский А.И. Повышение износостойкости шарниров лесных манипуляторов на основе замены реверсивного трения вращательным : автореф. . канд. техн. наук: 05.21.01 / Воронеж. гос. лесотехн. акад. – Воронеж, 2003 .– 20 с. : ил.
4. Серебрянский А. И., Афоничев Д.Н., Ворохобин А.В. Повышение износостойкости шарнирных соединений манипуляторов при ремонте // Вестник Воронежского аграрного государственного университета. Теоретический и научно-практический журнал. – 2012. - Вып. 2 (33). - С. 107-111.
5. Серебрянский, А. И. Определение фактических величин давлений в подшипниках скольжения с антифрикционными пластиками [Текст] / А. И. Серебрянский, Д. А. Канищев // Актуальные направления научных исследований XXI века: теория и практика: сборник научных трудов по материалам международной заочной научно-практической конференции / гл. ред. В.М. Бугаков ; Фед. гос. бюджет. образоват. учреждение высш. проф. образования «Воронеж. гос. лесотехн. акад.». – Воронеж, 2013. - №3(3). – С. 176-180. – Библиогр.: с. 180(6 назв.).
6. Патент на изобретение 2246051 РФ, МПК 7 F16C11/00. Шарнирное соединение / Ф.В. Пошарников, А.И. Серебрянский; заявитель и патентообладатель ВГЛТА. - № 2003119908/11; заявл. 30.06.2003 ; опубл. 10.02.2005.
7. Serebryansky, A. I. Determination of working parameters of measure to ensure metrological research tribological characteristics of plain bearings [Text] / A. I. Serebryansky // Forestry Engineering Journal. - 2016. - Т. 6, № 2 (22). - С. 194-134. - Bibliography.: с. 133-134 (13 names.).

УДК 62-18(075.8)

**Шуваев А.Ю.**

курсант ФГКВОУ ВПО «Военный учебно-научный центр Военно-воздушных сил «Военно-воздушная академия им. Проф. Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина», г. Воронеж, РФ

**Серебрянский А.И.**

доцент, кандидат технических наук ФГКВОУ ВПО «Военный учебно-научный центр Военно-воздушных сил «Военно-воздушная академия им. Проф. Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина», г. Воронеж, РФ

Shuvaev A.Yu.

Lecturer at the Military Educational and Scientific Center of the Air Force "Military Air Academy named after Prof. NOT. Zhukovsky and Yu.A. Gagarin ", Voronezh, RF

Serebryansky A.I.

Associate Professor, Candidate of Technical Sciences FGKVOU VPO "Military Training and Scientific Center of the Air Force" Air Force Academy. Prof. NOT. Zhukovsky and Yu.A. Gagarina ", Voronezh, RF

## **ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ СОЕДИНЕНИЯ ВАЛ – ПОДШИПНИК СКОЛЬЖЕНИЯ**

### **DETERMINATION OF PARAMETERS OF CONNECTION SHAFT - SLIDE BEARING**

Ключевые слова: подшипник скольжения, посадка, зазор, гидродинамическое трение, точность сопряжения

Аннотация. В статье рассмотрен типовой расчет гладкого цилиндрического соединения вал – подшипник скольжения. В качестве примера принята посадка с зазором в условиях гидродинамического трения.

Keywords: sliding bearing, landing, clearance, hydrodynamic friction, mating accuracy

Summary. The article describes a typical calculation of a smooth cylindrical shaft-bearing bearing. As an example, landing with a gap in the conditions of hydrodynamic friction is taken.

Взаимозаменяемость изделий во многом обеспечивается точностью их параметров, в частности размеров. Однако в процессе изготовления неизбежно возникают погрешности размеров. На практике взаимозаменяемость обеспечивается ограничением погрешностей. С уменьшением погрешностей действительные значения параметров, в частности размеров, приближаются к заданным.

Для производства важны не столько сами предельные отклонения размеров, сколько величина интервала между предельными размерами. Точность сопряжения деталей определяется не только размерной характеристикой, но и шероховатостью поверхности, точностью формы и взаимного расположения поверхностей. Шероховатость оказывает значительное влияние на технический ресурс подвижных и надежность неподвижных соединений. Параметры шероховатости как правило, находятся в зависимости от точности изготовления деталей, т.е. допуска на размер.

Посадки с зазором предназначены для получения подвижных и неподвижных соединений. В подвижных соединениях зазор служит для обеспечения свободы перемещения деталей относительно друг друга, размещения слоя смазки, компенсации температурных деформаций, компенсации отклонений формы и расположения поверхностей и т.д. В неподвижных соединениях зазор обеспечивает сборку деталей, а неподвижность достигается дополнительным креплением шпонками, болтами, штифтами и т.п. Характер и условия работы подвижных соединений очень разнообразны. Поэтому единой методики расчета зазоров нет и для различных соединений используют разные методы расчета, учитывающие характер взаимного перемещения деталей, температурный режим, способы подвода смазки, направление действия нагрузок и т.д.

Расчет соединения вал – подшипник скольжения базируется на основных положениях гидродинамической теории смазки. Для обеспечения жидкостного трения необходимо иметь минимальный слой смазки между трущимися поверхностями, например, «вкладыш подшипника - цапфа вала». В состоянии покоя под действием силы тяжести вал находится в крайнем нижнем положении (рисунок 1,а).

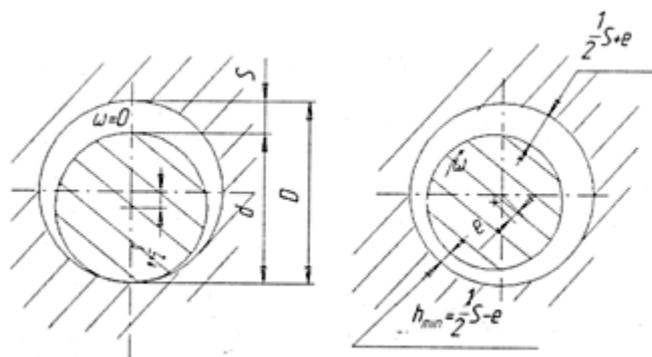


Рисунок 1 – Положение вала относительно отверстия подшипника: а) в состоянии покоя; б) при установившемся режиме работы

При вращении силы трения увлекают смазку в узкую клинообразную щель между валом и подшипником. Под действием возникающего в клине давления при определенном соотношении размеров соединения, частоты вращения, вязкости смазки и давления, вал как бы всплывает, опираясь на масляный клин и несколько смещается в сторону вращения (рисунок 1, б).

Известно, что соотношение между величинами  $h$  и  $S$  в подшипниках конечной длины выражается зависимостью

$$hs = \frac{0,52 \cdot d_H^2 \cdot \omega \cdot \eta}{q} \cdot \frac{l}{d_H + l} \quad (1)$$

где  $h$  - толщина масляного слоя в месте наибольшего сближения поверхностей вала и подшипника в рабочем состоянии, м;  $S$  - зазор между валом и подшипником в состоянии покоя, м;  $d_H$  - номинальный диаметр соединения, м;  $l$  - длина подшипника, м;  $\omega$  - угловая скорость, рад/с;  $\eta$  - абсолютная вязкость смазочного масла при рабочей температуре, Па·с;  $q$  - среднее удельное давление,

Па.

При установившемся режиме работы минимальный слой смазки равен четвертой части от первоначального зазора, т.е.

$$h_{\min} = \frac{S}{4} \quad (2)$$

Подставив значение  $h$  в формулу 1, получаем величину наивыгоднейшего зазора

$$S_{\text{наив}} = 2 \sqrt{\frac{0,52 \cdot d_H^2 \cdot \omega \cdot \eta}{q} \cdot \frac{l}{d_H + l}} = 2 \sqrt{hs} \quad (3)$$

При расчете и выборе посадок для подвижных соединений необходимо учитывать, что в процессе эксплуатации поверхности вала и отверстия изнашиваются, в результате чего зазор увеличивается. Наступает такой момент, когда величина зазора увеличилась настолько, что дальнейшая эксплуатация сопряжения невозможна. Для увеличения ресурса работы подвижного соединения целесообразно первоначальный зазор уменьшать на величину приработки деталей. Экспериментально доказано [1], что в подвижных соединениях высота шероховатостей вала и отверстия уменьшается на 70% от первоначальной, поэтому расчетный зазор ( $S_{\text{расч}}$ ) определяется из выражения:

$$S_{\text{расч}} = S_{\text{наив}} - 1,4(R_{zD} - R_{zd}) \quad (4)$$

где  $R_{zD}$  и  $R_{zd}$  - величины шероховатости вала и отверстия, мкм.

Чтобы большая часть сопряжений, в пределах выбранных допусков деталей, при сборке имела зазор, близкий к расчетному, при определении гостированной посадки необходимо обеспечить такой средний стандартный зазор, чтобы он был незначительно меньше расчетного и удовлетворял условию:

$$S_{\text{ср ГОСТ}} \leq S_{\text{расч}} \quad (5)$$

Однако беспредельно уменьшать величину зазора нельзя, т.к. это может привести к сухому трению. Избежать сухое трение обязательно необходимо, но для этого нужно чтобы наименьшая толщина масляного слоя была больше суммы высот шероховатостей вала и отверстия, т.е.

$$h_{\min} \succ R_{zD} + R_{zd} \quad (6)$$

Минимальный слой смазки определяется:

$$h_{\min} = \frac{hS}{S_{\text{max ГОСТ}} + 1,4(R_{zD} + R_{zd})} \quad (7)$$

Если два условия выполняются, посадка выбрана верно. Если второе условие не выполняется, необходимо выбрать другую посадку и вновь провести проверку. Если превышение сумм шероховатости над  $h_{\min}$  незначительно, можно

изменять величины шероховатостей, пересчитать  $h_{\min}$  и произвести проверку.

Таким образом, представленный алгоритм можно использовать при выборе посадок с зазором типовых подшипников скольжения [2, 3].

#### Список литературы

1. Любомудров С.А. Метрология, стандартизация и сертификация: нормирование точности [Текст]: Учебник / С.А. Любомудров. – М.: ООО "Научно-издательский центр ИНФРА-М", 2012
2. Серебрянский А.И. Повышение износостойкости шарнирных соединений манипуляторов при ремонте / А.И. Серебрянский, Д.Н. Афоничев, А.В. Ворохобин // Вестник Воронежского ГАУ. – 2012. – № 2. – С. 107–111.
3. Серебрянский А. И. Исключение отрицательного эффекта реверса и автоматическая компенсация износов в шарнирах манипуляторов // Современные научные исследования. Выпуск 2 – Концепт. – 2014. – АРТ 54876. – URL: <http://e-koncept.ru/2014/54876.htm> - Гос. рег. Эл №ФС77-49965. – ISSN 2304-120X.

© Шуваев А.Ю., Серебрянский А.И., 2019

УДК 621.01

**Ярыгин А.В.**

курсант ФГКВОУ ВО «Военный учебно-научный центр Военно-воздушных сил «Военно-воздушная академия им. проф. Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина»» (г. Воронеж) МО РФ

Yarygin A. V.  
cadet FSOUMEI HE «Military educational scientific center air force «Air force Academy Professor N. E. Zhukovsky and Gagarin»» (Voronezh) Ministry of Defence of the Russian Federation

**Сидоренко А.С.**

кандидат технических наук, доцент кафедры общепрофессиональных дисциплин ФГКВОУ ВО «Военный учебно-научный центр Военно-воздушных сил «Военно-воздушная академия им. проф. Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина»» (г. Воронеж) МО РФ

Sidorenko A.S.  
candidate of technical Sciences, associate professor of general professional disciplines FSOUMEI HE «Military educational scientific center air force «Air force Academy Professor N. E. Zhukovsky and Gagarin»» (Voronezh) Ministry of Defence of the Russian Federation

### **АЛГОРИТМ РАСЧЕТА И ОПТИМИЗАЦИИ КИНЕМАТИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК МЕХАНИЗМА ПОДВЕСКИ КОЛЕСА ЛЕГКОВОГО АВТОМОБИЛЯ**

### **THE ALGORITHM OF CALCULATION AND OPTIMIZATION OF KINEMATIC CHARACTERISTICS OF THE SUSPENSION MECHANISMS WHEEL OF THE CAR**

Ключевые слова: оптимизация, кинематические параметры, механизм подвески колеса.

Аннотация: в статье рассматривается алгоритм расчета и оптимизации кинематических характеристик механизма подвески колеса легкового автомобиля.

Keywords: optimization, kinematic parameters, mechanism suspension wheel.

Summary: the article discusses the algorithm for calculating and optimizing the kinematic characteristics of the suspension mechanism of the wheel of a car.

### 1. Описание механизма подвески и алгоритма расчета его кинематики

В работе [1] оптимизировались кинематические характеристики подвесок передних и задних колес легковых автомобилей, моделируемых пространственными рычажными механизмами. Здесь мы рассмотрим пространственный механизм подвески, не являющийся рычажным (см. рис.1).

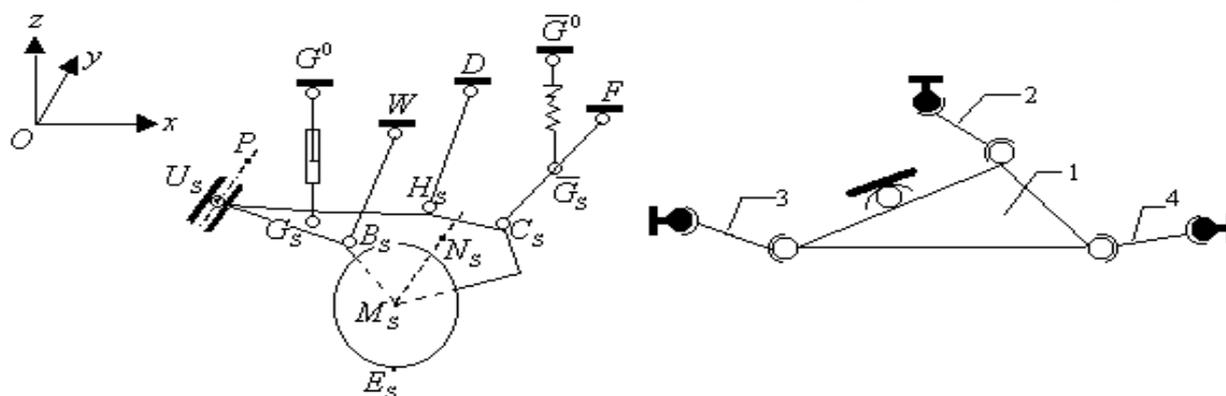


Рисунок 1 – Подвеска и структурная схема ее механизма

$\bar{G}^0\bar{G}_s, G^0G_s$  - оси пружины и амортизатора.  $G^0, \bar{G}^0, W, D, F$  - центры шарниров, неподвижных относительно кузова. Колесо, моделируемое круговым диском, ось  $M_sN_s$  вращения колеса и пятиугольник  $U_sH_sC_sM_sB_s$  образуют твердое тело, соединяемое с кузовом с помощью рычагов  $B_sW, H_sD, C_sF$  и шарнирного соединения  $U_s$ . В процессе перемещения подвески центр  $U$  этого шарнирного соединения остается на неподвижной относительно кузова прямой  $U_sP$ . Пятиугольник  $U_sH_sC_sM_sB_s$  можно считать рычагом, образующим вместе с упомянутыми рычагами четырех рычажный направляющий аппарат подвески. Поэтому подвеску иногда называют четырех рычажной. Центр шарнира  $G_s$  принадлежит твердому телу, а  $\bar{G}_s$  - либо рычагу  $C_sF$  (такое расположение шарнира показано на рисунке), либо этому же твердому телу.

Предполагается, что все указанные на рисунке точки механизма (за исключением  $M_s, N_s, E_s, P, U_s$ ) - центры сферических шарниров;  $U_s$  - центр шарнирного соединения «шар-цилиндр» ( $U_s$  - центр шара). Отсюда вытекает следующее. Пружина и амортизатор не оказывают никакого влияния на кинематику подвески, а структурная схема рассматриваемого механизма имеет тот вид, что показан на рисунке. Звено 1 структурной схемы соответствует упомянутому выше твердому телу, а звенья 2, 3, 4 – рычагам  $H_sD, B_sW, C_sF$ . Уберем лишние степени свободы, заменив, например, сферические шарниры

$B_S, H_S, C_S$  на сферические с пальцем, и по универсальной структурной формуле вычислим число степеней свободы механизма [2]. В результате получим, что на рис.1 имеем кинематическую цепь с одной степенью свободы. Согласно п.2 в качестве обобщенной координаты следует взять ход колеса  $\Delta$ .

Исходными данными расчета кинематики являются значения величин  $\varepsilon_S, \alpha_S, |MN|, R, \Delta_{\min}, \Delta_{\max}$  и координат точек  $P(x_P, y_P, z_P), U_S(x_{US}, y_{US}, z_{US}), B_S(x_{BS}, y_{BS}, z_{BS}), W(x_W, y_W, z_W), H_S(x_{HS}, y_{HS}, z_{HS}), D(x_D, y_D, z_D), C_S(x_{CS}, y_{CS}, z_{CS}), F(x_F, y_F, z_F), M_S(x_{MS}, y_{MS}, z_{MS})$ . Задачей расчета является определение координат точек  $B(x_B, y_B, z_B), U(x_U, y_U, z_U), H(x_H, y_H, z_H), C(x_C, y_C, z_C), M(x_M, y_M, z_M), N(x_N, y_N, z_N), E(x_E, y_E, z_E)$  и кинематических характеристик, описанных в п.2, при заданном  $\Delta \in [\Delta_{\min}, \Delta_{\max}]$ .

Кинематические характеристики легко рассчитываются по точкам  $M(x_M, y_M, z_M), N(x_N, y_N, z_N), E(x_E, y_E, z_E)$ , и на их определении мы останавливаться не будем. Мы также не будем останавливаться на вычислении координат  $E(x_E, y_E, z_E)$ , поскольку они без труда определяются по точкам  $M(x_M, y_M, z_M), N(x_N, y_N, z_N)$  и величине  $R$ .

Проделав несложные выкладки, получим точку  $N_S(x_{NS}, y_{NS}, z_{NS})$ , где

$$x_{NS} = x_{MS} + |MN| \cos \alpha_S \sin \varepsilon_S, \quad y_{NS} = y_{MS} + |MN| \cos \alpha_S \cos \varepsilon_S, \quad z_{NS} = z_{MS} + |MN| \sin \alpha_S.$$

Из реального устройства подвески вытекает, что точки  $B_S, U_S, H_S$  не лежат на одной прямой. Поэтому в текущем состоянии механизма точки  $B, U, H$  однозначно задают положение описанного выше твердого тела. Отсюда следует, что вычисление координат точек  $M(x_M, y_M, z_M)$  и  $N(x_N, y_N, z_N)$  сводится к решению системы уравнений вида:

$$\begin{cases} (x - a_1)^2 + (y - b_1)^2 + (z - c_1)^2 = d_1, \\ (x - a_2)^2 + (y - b_2)^2 + (z - c_2)^2 = d_2, \\ (x - a_3)^2 + (y - b_3)^2 + (z - c_3)^2 = d_3, \end{cases} \quad (1)$$

которая рассматривалась в [5]. В частности, для определения координат  $N$  коэффициенты системы равны:  $a_1 = x_B, b_1 = y_B, c_1 = z_B, d_1 = |BN|^2 = |B_S N_S|^2, a_2 = x_U, b_2 = y_U, c_2 = z_U, d_2 = |UN|^2 = |U_S N_S|^2, a_3 = x_H, b_3 = y_H, c_3 = z_H, d_3 = |HN|^2 = |H_S N_S|^2$ ; величины  $d_1, d_2, d_3$  вычисляются на основе исходных данных расчета и полученных координат  $x_{NS}, y_{NS}, z_{NS}$ ; критерий выбора одного из двух корней системы устанавливается путем решения системы в начальном состоянии механизма и сравнения вычисленных корней с теми же координатами.

Из функционального назначения подвески вытекает, что  $z$ -координата точки  $B$  находится во взаимно однозначном соответствии с ходом  $\Delta$  - зависимость  $z_B = z_B(\Delta), \Delta \in [\Delta_{\min}, \Delta_{\max}]$ , является непрерывной строго возрастающей функцией. Поэтому определена обратная к  $z_B = z_B(\Delta)$  непрерывная строго возрастающая функция  $\Delta = \Delta(z_B)$ . При любом заданном  $\Delta_1, \Delta_1 \in [\Delta_{\min}, \Delta_{\max}]$ ,

уравнение  $\Delta_1 = \Delta(z_B)$  однозначно разрешимо относительно  $z_B$ . Поиск соответствующего корня  $z_{B1}$  уравнения можно осуществить, например, известным методом деления отрезка пополам. В частности, беря  $\Delta_1 = \Delta_{\min}$ ,  $\Delta_1 = \Delta_{\max}$ , получим  $z_{B1} = z_{B\min}$ ,  $z_{B1} = z_{B\max}$ . Ясно, что  $\Delta_1 = 0$  соответствует  $z_{B1} = z_{BS}$ . Изложенные соображения приводят к следующему заключению: кинематику механизма достаточно вычислить, беря в качестве обобщенной координаты координату  $z_B$ ,  $z_B \in [z_{B\min}, z_{B\max}]$ .

Резюмируя вышесказанное, получим, что задача расчета кинематики механизма четырех рычажной подвески сводится к определению при заданной  $z_B \in [z_{B\min}, z_{B\max}]$  координат точек  $B(x_B, y_B, z_B)$ ,  $U(x_U, y_U, z_U)$ ,  $H(x_H, y_H, z_H)$  и  $C(x_C, y_C, z_C)$ . Эту задачу мы и будем решать, применяя метод построения «подозреваемых» точек [1].

Предположим, что при некоторых состояниях механизма координаты точки  $B$  известны (одно такое состояние всегда есть – начальное состояние). Из всех этих состояний выберем наиболее близкое к состоянию, определяемого заданной  $z_B$ . Строго понятие «наиболее близкого состояния» мы здесь не определяем, но интуитивно ясно, что «близкие» состояния механизма определяются близкими  $z$ -координатами точки  $B$ . Обозначим как  $B^0(x_{B0}, y_{B0}, z_{B0})$  точку  $B$  выбранного наиболее близкого состояния механизма.

Искомая точка  $B$  лежит на окружности, образованной пересечением сферы радиуса  $|B_S W|$  с центром  $W(x_W, y_W, z_W)$  и плоскости, задаваемой уравнением  $z = z_B$ . Пусть  $l$  - прямая, проходящая через центр окружности, и перпендикулярная этой плоскости. Нетрудно показать, что точка  $B^1$  рассматриваемой окружности, ближайшая к  $B^0$ , находится в плоскости, проходящей через  $B^0$  и  $l$ . Поэтому координаты  $B^1$  ищем как корень системы уравнений:

$$\begin{cases} z = z_B, \\ (y_{B0} - y_W)x + (x_W - x_{B0})y = (y_{B0} - y_W)x_{B0} + (x_W - x_{B0})y_{B0}, \\ (x - x_W)^2 + (y - y_W)^2 + (z - z_W)^2 = |B_S W|^2, \end{cases}$$

которая заменой переменных  $x - x_W = x'$ ,  $y - y_W = y'$ ,  $z - z_W = z'$  приводится к виду

$$\begin{cases} A_1 x + B_1 y + C_1 z = D_1, \\ A_2 x + B_2 y + C_2 z = D_2, \\ x^2 + y^2 + z^2 = D_3. \end{cases} \quad (2)$$

Система (2) также, как и (1), рассматривалась в [1]. Она не имеет корней (в области действительных чисел) тогда и только тогда, когда  $|z_B - z_W| > |B_S W|$ , т.е., когда взято такое значение  $z_B$ , при котором происходит разрыв механизма. В случае разрыва дальнейший расчет кинематики продолжать не имеет смысла. В случае отсутствия разрыва из двух корней системы выбираем тот, который определяет точку  $B^1(x_{B1}, y_{B1}, z_{B1})$ , ближайшую к  $B^0$ . Естественно, что  $B$  нужно искать на дуге окружности, содержащей  $B^1$ . Точки  $\tilde{B}$  этой дуги можно задать

углом  $\varphi$  - углом между векторами  $\vec{OB}$  и  $\vec{OB}^1$ , где  $O(x_O, y_O, z_O)$  - центр окружности, причем  $x_O = x_W$ ,  $y_O = y_W$ ,  $z_O = z_B$ . В зависимости от направления движения по окружности от точки  $B^1$  будем брать  $\varphi \geq 0$  или  $\varphi < 0$ . Зная координаты точек  $O(x_O, y_O, z_O)$ ,  $B^1(x_{B1}, y_{B1}, z_{B1})$  и задавая  $\varphi$ , нетрудно вычислить координаты точки  $\tilde{B}(x_{\tilde{B}}, y_{\tilde{B}}, z_{\tilde{B}})$ ,  $x_{\tilde{B}} = x_{\tilde{B}}(\varphi)$ ,  $y_{\tilde{B}} = y_{\tilde{B}}(\varphi)$ ,  $z_{\tilde{B}} = z_{\tilde{B}}(\varphi)$ , «подозреваемой» на  $B$ .

Искомая точка  $U$  лежит на прямой  $U_S P$ , которая определяется точками  $U_S(x_{US}, y_{US}, z_{US})$  и  $P(x_P, y_P, z_P)$ . Ищем пересечение этой прямой со сферой радиуса  $|U_S B_S|$  и центром в точке  $\tilde{B}(x_{\tilde{B}}, y_{\tilde{B}}, z_{\tilde{B}})$ . Не касаясь деталей, отметим, что поиск точек пересечения можно свести к решению квадратного уравнения. Если дискриминант его отрицателен, то пересечение прямой со сферой отсутствует, и следует изменить значение  $\varphi$ . В случае, когда это изменение не привело к пересечению, налицо разрыв механизма. Если дискриминант не отрицателен, то получим две точки пересечения. Из двух точек согласно критерию выбора выбираем одну -  $\tilde{U}(x_{\tilde{U}}, y_{\tilde{U}}, z_{\tilde{U}})$  - точку «подозреваемую» на  $U$ . Критерий выбора устанавливается путем решения упомянутого квадратного уравнения в начальном состоянии механизма и сравнения его корней с  $U_S(x_{US}, y_{US}, z_{US})$ .

Искомая точка  $H$  должна находиться на расстояниях  $|H_S U_S|$ ,  $|H_S B_S|$ ,  $|H_S D|$  соответственно от  $U$ ,  $B$ ,  $D$ . Координаты точки  $\tilde{H}$ , «подозреваемой» на  $H$ , ищем из условия: расстояния от  $\tilde{H}$  до  $\tilde{U}$ ,  $\tilde{B}$ ,  $D$  равны  $|H_S U_S|$ ,  $|H_S B_S|$ ,  $|H_S D|$ . Отсюда получим систему уравнений вида (1). Если эта система не имеет корней, то поступаем точно так, как при расчете координат точки  $\tilde{U}$ , когда не имеет корней соответствующее квадратное уравнение. Если корни есть, то согласно критерию выбора из них выбираем один -  $\tilde{H}(x_{\tilde{H}}, y_{\tilde{H}}, z_{\tilde{H}})$  - точку «подозреваемую» на  $H$ . Критерий выбора устанавливается точно так, как при вышеизложенном расчете координат точки  $N$ .

Искомая точка  $C$  должна находиться на расстояниях  $|C_S U_S|$ ,  $|C_S B_S|$ ,  $|C_S H_S|$  соответственно от  $U$ ,  $B$ ,  $H$ . Координаты точки  $\tilde{C}$ , «подозреваемой» на  $C$ , ищем из условия: расстояния от  $\tilde{C}$  до  $\tilde{U}$ ,  $\tilde{B}$ ,  $\tilde{H}$  равны  $|C_S U_S|$ ,  $|C_S B_S|$ ,  $|C_S H_S|$ . Отсюда снова получим систему вида (1). Используя критерий выбора, из двух корней системы выбираем один -  $\tilde{C}(x_{\tilde{C}}, y_{\tilde{C}}, z_{\tilde{C}})$  - точку «подозреваемую» на  $C$ .

Рассмотрим функцию  $f = f(\varphi) = \sqrt{(x_{\tilde{C}} - x_F)^2 + (y_{\tilde{C}} - y_F)^2 + (z_{\tilde{C}} - z_F)^2}$ . Искомая точка  $C$  должна находиться на расстоянии  $|C_S F|$  от  $F$ . Если в предыдущих выкладках в качестве  $\varphi$  взять  $\varphi_0$  - корень уравнения  $f(\varphi) = |C_S F|$ , то «подозреваемые» точки  $\tilde{B}$ ,  $\tilde{U}$ ,  $\tilde{H}$ ,  $\tilde{C}$  станут искомыми точками  $B$ ,  $U$ ,  $H$ ,  $C$ . Нетрудно разработать алгоритм решения этого уравнения. При этом следует учитывать, что корень ищется в окрестности нуля; функция  $f$  может быть определена не во всех точках указанной окрестности (разрыв механизма); функция непрерывна во всех точках, где она определена; безуспешный поиск корня говорит

о разрыве механизма.

## 2. Оптимизация кинематических характеристик механизма

Предположим, что известны значения приведенных в п.3 исходных данных некоторого механизма рассматриваемой нами четырех рычажной подвески – прототипа. Эти значения позволяют вычислить все кинематические характеристики прототипа, описанные в п.1. Кроме описанных, данному типу подвесок свойственна еще одна характеристика – перемещение центра шарнира  $U$ , т.е. длина отрезка  $|UU_S|$ . Известно: чем меньше  $|UU_S|$  в процессе функционирования подвески, тем меньше износ шарнира  $U$ ; чем меньше модуль разности изменений колеи, тем меньше износ шины колеса.

Ставится задача так изменить положение прямой  $U_S P$  прототипа, чтобы в процессе эксплуатации автомобиля уменьшить по сравнению с прототипом износ шарнира  $U$  и шины. Эту задачу сформулируем и решим, используя изложенное в п.1.

Вектор варьируемых параметров -  $\alpha = (\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3, \alpha_4, \alpha_5)$ , где  $\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3$ , [мм], -  $x, y, z$ - координаты точки  $U_S$ ,  $\alpha_4, \alpha_5$ , [мм], -  $x, z$ - координаты точки  $P$ . Для прототипа имеем  $\alpha^p = (\alpha_1^p, \alpha_2^p, \alpha_3^p, \alpha_4^p, \alpha_5^p) = (2121; -551; 14,8; 2121; 14,8)$ . Параллелепипед варьируемых параметров -  $\Pi = \{\alpha : \alpha_i^* \leq \alpha \leq \alpha_i^{**}, i = 1, 2, 3, 4, 5\}$ , где  $\alpha_1^* = 2021$ ,  $\alpha_1^{**} = 2221$ ;  $\alpha_2^* = -651$ ,  $\alpha_2^{**} = -451$ ;  $\alpha_4^* = 2021$ ,  $\alpha_4^{**} = 2221$ ;  $\alpha_5^* = -85,2$ ,  $\alpha_5^{**} = 114,8$ . Ясно, что для прототипа прямая  $U_S P$  параллельна координатной оси  $Oy$ , и прототип – центр параллелепипеда  $\Pi$ .

Вектор критериев -  $\Phi = (\Phi_1, \Phi_2, \Phi_3)$ , где  $\Phi_1$ , [мм], - модуль разности изменений колеи;  $\Phi_2$ , [мм], - перемещение точки  $U$  при  $\Delta = \Delta_{\max}$ ;  $\Phi_3$ , [мм], - перемещение точки  $U$  при  $\Delta = \Delta_{\min}$ . Все критерии минимизируемые. Для прототипа -  $\Phi^p = (\Phi_1^p, \Phi_2^p, \Phi_3^p) = (5; 9,51; 7,24)$ . Поскольку ставится задача улучшения прототипа, то вектор критериальных ограничений равен  $\Phi^* = (\Phi_1^{**}, \Phi_2^{**}, \Phi_3^{**}) = (\Phi_1^p, \Phi_2^p, \Phi_3^p) = (5; 9,51; 7,24)$ , т.е. рассматриваются только такие  $\Phi = (\Phi_1, \Phi_2, \Phi_3)$ , что  $\Phi_1 \leq 5$ ,  $\Phi_2 \leq 9,51$ ,  $\Phi_3 \leq 7,24$ .

Рассматриваются три функции  $f_1, f_2, f_3$  и ограничения на их значения.

При некоторых значениях векторов параметров и больших отклонениях механизма от начального положения возможен его разрыв, т.е. при ходах  $\Delta$ , «близких» к  $\Delta_{\min}$  или  $\Delta_{\max}$  механизм, просто, не существует. Поэтому вводится функция  $f_1$ , [безразм.], - показатель возможного разрыва и функциональное ограничение  $c_1^* \leq f_1 \leq c_1^{**}$ , где  $c_1^* = -0,5$ ,  $c_1^{**} = 0,5$ . Мы не будем останавливаться на значениях этой функции, отметим лишь, что при  $f_1 \notin [c_1^*, c_1^{**}]$  имеем разрыв механизма, и провести какие-либо вычисления его характеристик невозможно.

Рассматривается функция  $f_2$ , [мин./мм], - скорость изменения схождения колеса в начальном состоянии механизма, т.е. при  $\Delta = 0$ , и функциональное ограничение  $c_2^* \leq f_2 \leq c_2^{**}$ , где  $c_2^* = 0,11$ ,  $c_2^{**} = 0,20$ . Такое ограничение накладывают требования на управляемость и устойчивость автомобиля.

Функция  $f_3$ , [мин.], - развал колеса при  $\Delta = \Delta_{\max}$ . Ограничение  $f_3 \leq c_3^{**}$ , где  $c_3^{**} = -100$ , накладывают требования на способность автомобиля сопротивляться опрокидыванию.

Прототип удовлетворяет всем функциональным ограничениям, для него имеем  $f_1 = 0,0$ ,  $f_2 = 0,11$ ,  $f_3 = -108,36$ .

При расчетах применялся программный комплекс MOVI с использованием  $LP_\tau$  последовательностей [3]. Было проведено четыре серии испытаний (см. таблицу 1), причем в третьей и четвертой сериях значения варьируемых параметрах брались из параллелепипеда  $\Pi' = \{\alpha : \alpha'_i \leq \alpha \leq \alpha_i^{**}, i=1,2,3,4,5\} \subset \Pi$ , где  $\alpha_1' = 2121$ ,  $\alpha_1^{**} = \alpha_1^{**} = 2221$ ;  $\alpha_2' = \alpha_2' = -651$ ,  $\alpha_2^{**} = \alpha_2^{**} = -451$ ;  $\alpha_3' = -45$ ,  $\alpha_3^{**} = 35$ ;  $\alpha_4' = \alpha_4' = 2021$ ,  $\alpha_4^{**} = \alpha_4^{**} = 2221$ ;  $\alpha_5' = \alpha_5' = -85,2$ ,  $\alpha_5^{**} = \alpha_5^{**} = 114,8$ . Этот параллелепипед был получен на основе анализа таблицы значений допустимых векторов (векторов, принадлежащих  $D$ ), созданной программным комплексом [3].

Таблица 1 – Выбор оптимального вектора и сравнение его с прототипом

Серии испытаний				Значения минимизируемых критериев		
№	Параллелепипед	Число испытаний	Номер оптимального вектора параметров	$\Phi_1$ , [мм]	$\Phi_2$ , [мм]	$\Phi_3$ , [мм]
1	П	256	47	4,18	1,46	1,20
2	П	512	415	4,11	1,11	0,85
3	П'	512	415	4,08	0,41	0,69
4	П'	640	415	4,08	0,41	0,69
Прототип				5	9,51	7,24

После проведения третьей серии испытаний число пробных точек было увеличено с 512 до 640. С увеличением числа испытаний результат не изменился. Учитывая это, в качестве оптимального выбрали 415-й вектор, полученный в третьей серии.

Следует отметить, что (2121; -551; 14,8), (2121; 0; 14,8) – координаты точек  $U_S$  и  $P$  прототипа, а (2218,46; -470,14; -15,16), (2121,39; 0; 112,85) - координаты точек  $U_S$  и  $P$  оптимального варианта механизма подвески. Получить оптимальный вариант, исходя из прототипа, перебирая «вручную» координаты  $U_S$  и  $P$ , проводя с помощью соответствующих компьютерных программ последовательные расчеты и оценивая их результаты, довольно трудно, если, вообще, возможно.

#### Замечания

Набор исходных данных, который использовался в п.1, избыточен. Так, прямую  $U_S P$ , вдоль которой перемещается шарнир  $U$ , можно задать не шестью величинами  $x_{US}$ ,  $y_{US}$ ,  $z_{US}$ ,  $x_P$ ,  $y_P$ ,  $z_P$ , а только пятью, например, величинами  $x_{US}$ ,

$y_{US}$ ,  $z_{US}$  и  $x, z$ -координатами точки пресечения прямой с координатной плоскостью  $Oxz$ . Применяемый подход к выбору исходных данных обусловлен удобством их задания и спецификой проектирования подвески.

В п.3 мы опирались на тот факт, что для реального устройства подвески точки  $B_S$ ,  $U_S$ ,  $H_S$  не лежат на одной прямой. Предположим, что эти точки лежат на одной прямой  $\lambda$ . Если  $C_S$  не лежит на  $\lambda$ , то следует просто поменять обозначения: точку  $C_S$  обозначить как  $H_S$ , а  $H_S$  - как  $C_S$ ; точно также следует поступить с точками  $D$  и  $F$ . Если  $C_S$  лежит на  $\lambda$ , то «подозреваемые» точки  $\tilde{B}$  и  $\tilde{U}$  вычисляются как и раньше, а  $\tilde{H}$  и  $\tilde{C}$  находятся как точки прямой  $\tilde{U}\tilde{B}$ . В последнем случае угол  $\varphi$  должен обеспечивать одновременно два равенства:

$$\sqrt{(x_{\tilde{C}} - x_F)^2 + (y_{\tilde{C}} - y_F)^2 + (z_{\tilde{C}} - z_F)^2} = |C_S F|$$

и

$$\sqrt{(x_{\tilde{H}} - x_D)^2 + (y_{\tilde{H}} - y_D)^2 + (z_{\tilde{H}} - z_D)^2} = |H_S D|,$$

что практически невозможно и говорит о том, что число степеней свободы механизма равно нулю. Таким образом, упомянутый факт является для рассматриваемого механизма естественным требованием.

Применяемые в п.1 критерии выбора одного из двух корней системы (1) и квадратного уравнения аналогичны способам сборки механизма. Только способы сборки указываются перед расчетом кинематики и не всегда очевидны, а критерии устанавливаются расчетным методом на основании анализа начального состояния механизма.

В п.2 мы поставили и решили задачу с пятью варьируемыми параметрами, тремя критериями и функциями, определяющими функциональные ограничения. Разработанное для данного механизма подвески программное обеспечение позволяет ставить и решать задачи, в которых до 53-х параметров, до 51-го критерия и до 52-х функций. Как правило, все возможные параметры, критерии и функции одновременно не рассматриваются. Их выбор зависит от проблемы, которую требуется решить проектировщику.

#### Список литературы

1. Черных В.В., Макеев О.М. Оптимизация кинематических характеристик подвески колеса легкового автомобиля // Проблемы машиностроения и надежности машин. 1999. №1. С.13-20.
2. Семенов Ю.А., Семенова Н.С. Структурный анализ механизмов // Теория механизмов и машин. 2003, №2. С.3-14.
3. Васечкин М. А., Потапов А. И., Сидоренко А. С., Чертов Е. Д. Программная реализация математической модели кинематического расчета плоских рычажных механизмов // Вестник ВГУИТ. 2016. № 2. С 87–94. doi:10.20914/2310-1202-2016-2-87-94.

© Ярыгин А.В., Сидоренко А.С., 2019

УДК 621.01

**Ярыгин А.В.**

курсант ФГКВОУ ВО «Военный учебно-научный центр Военно-воздушных сил «Военно-воздушная академия им. проф. Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина»» (г. Воронеж) МО РФ

**Сидоренко А.С.**

кандидат технических наук, доцент кафедры общепрофессиональных дисциплин ФГКВОУ ВО «Военный учебно-научный центр Военно-воздушных сил «Военно-воздушная академия им. проф. Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина» (г. Воронеж) МО РФ

Yarygin A. V.

cadet FSOUMEI HE «Military educational scientific center air force «Air force Academy Professor N. E. Zhukovsky and Gagarin»» (Voronezh) Ministry of Defence of the Russian Federation

Sidorenko A.S.

candidate of technical Sciences, associate professor of general professional disciplines FSOUMEI HE «Military educational scientific center air force «Air force Academy Professor N. E. Zhukovsky and Gagarin»» (Voronezh) Ministry of Defence of the Russian Federation

## **ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ ПО ОПТИМИЗАЦИИ КИНЕМАТИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК МЕХАНИЗМА ПОДВЕСКИ КОЛЕСА ЛЕГКОВОГО АВТОМОБИЛЯ**

### **STATEMENT OF THE PROBLEM ON OPTIMIZATION OF KINEMATIC CHARACTERISTICS OF THE SUSPENSION MECHANISMS WHEEL OF THE CAR**

Ключевые слова: кинематические характеристики, подвеска колеса, легковой автомобиль, оптимизация.

Аннотация: в статье рассматривается постановка задачи по оптимизации кинематических характеристик механизма подвески колеса легкового автомобиля.

Keywords: kinematics suspension, wheels car, optimization.

Summary: the article discusses the formulation of the problem of optimizing the kinematic characteristics of the suspension mechanism of the wheel of a car.

Функциональное назначение подвесок колес легковых автомобилей, как устройств, обеспечивающих связь между кузовом и колесами, определяет специфику кинематических характеристик механизмов, моделирующих эти подвески. В настоящей работе рассматривается один из таких механизмов, который может служить моделью подвесок, например, автомобилей Ford Focus, VW Golf V, а также некоторых перспективных автомобилей ОАО «АВТОВАЗ».

1. Формулировка задачи многокритериальной оптимизации характеристик технической системы и описание метода ее решения

Одним из наиболее известных методов многокритериальной оптимизации характеристик технических систем является PSI-метод (Parameter Space Investigation). Постановка задачи оптимизации и PSI-метод изложены в большом количестве работ, например, в [1-3]. Следуя принятым там обозначениям и

понятиям, дадим формулировку этой задачи и вкратце опишем метод,

Значения варьируемых параметров  $\alpha_j, j=1,2 \dots r$ , выбираются из отрезков  $[\alpha_j^*, \alpha_j^{**}]$ , т.е. вектор параметров  $\alpha = (\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_r)$  есть точка  $r$ -мерного параллелепипеда  $\Pi = \{\alpha : \alpha_j^* \leq \alpha_j \leq \alpha_j^{**}, j=1,2 \dots r\}$ . Функциональные ограничения задаются соотношениями  $c_l^* \leq f_l(\alpha) \leq c_l^{**}, l=1,2 \dots t$ . Возможны и односторонние ограничения, т.е. ограничения вида  $f_l(\alpha) \geq c_l^*$  и/или  $f_l(\alpha) \leq c_l^{**}$ . Вектор критериев -  $k$ -мерный вектор  $\Phi(\alpha) = (\Phi_1(\alpha), \Phi_2(\alpha), \dots, \Phi_k(\alpha))$ , причем каждую из функций  $\Phi_v(\alpha), v=1,2 \dots k$ , называемую локальным критерием, нужно либо минимизировать, либо максимизировать. Функции  $f_l(\alpha)$  и критерии  $\Phi_v(\alpha)$  могут задаваться как явными математическими выражениями от  $\alpha$ , так и действовать как «черный ящик». Чтобы избежать ситуации, когда значения критериев оказываются недопустимо плохими, вводят критериальные ограничения: для минимизируемых функций  $\Phi_v(\alpha) \leq \Phi_v^{**}$ , а для максимизируемых  $\Phi_v(\alpha) \geq \Phi_v^*$ . Множество  $D$  точек  $\alpha$  параллелепипеда  $\Pi$ , в которых одновременно выполнены все функциональные и критериальные ограничения называется допустимым множеством. Ставится задача найти в  $D$  такую точку  $\alpha_0$ , в которой каждая из функций  $\Phi_v$  достигала своего минимума или максимума, т.е. оптимизировался бы вектор критериев. Необходимо, чтобы  $\alpha_0 \in P \subseteq D$ , где  $P$  - множество Парето нигде не улучшаемых с точки зрения вектора критериев  $\Phi(\alpha)$  точек.

Сутью PSI-метода является исследование параллелепипеда  $\Pi$  с помощью конечного отрезка  $\alpha^1, \alpha^2, \dots, \alpha^m$  некоторой последовательности  $\alpha^1, \alpha^2, \dots, \alpha^m, \alpha^{m+1}, \dots$   $r$ -мерных векторов, где величина  $m$  называется числом испытаний. В качестве такой последовательности можно взять, например, равномерно распределенную в параллелепипеде  $LP_\tau$ -последовательность, последовательность случайных векторов т.д. Пусть всем функциональным ограничениям удовлетворяют  $n, n \leq m$ , членов указанного отрезка. Эти члены дают возможность построить таблицу испытаний размера  $n \times 2k$ . В столбце  $2v-1, v=1,2 \dots k$ , располагаются сверху вниз все  $n$  номеров  $i_1, i_2, \dots, i_n$  упомянутых членов, а в столбце  $2v$  соответствующие значения  $\Phi_v(\alpha^{i_1}), \Phi_v(\alpha^{i_2}), \dots, \Phi_v(\alpha^{i_n})$  локального критерия  $\Phi_v$ . Причем, если критерий минимизируется, то  $\Phi_v(\alpha^{i_1}) \leq \Phi_v(\alpha^{i_2}) \leq \dots \leq \Phi_v(\alpha^{i_n})$ , а если максимизируется, то  $\Phi_v(\alpha^{i_1}) \geq \Phi_v(\alpha^{i_2}) \geq \dots \geq \Phi_v(\alpha^{i_n})$ , т.е. лучшие значения критерия располагаются в верхней части таблицы. Работая с таблицей, проектировщик (инженер, конструктор, ученый) может получить множества  $D, P$  и, наконец, оптимальный вектор  $\alpha_0$ .

PSI-метод реализован в виде пакета программ MOVI (Multicriteria Optimization and Vector Identification), который функционирует в операционной среде WINDOWS. Имеющийся в MOVI инструментарий – построение и корректировка таблиц, вычерчивание графиков и гистограмм – позволил провести оптимизацию характеристик большого числа технических систем [2].

## 2. Кинематические характеристики подвесок колес легковых автомобилей

На начальных этапах проектирования легкового автомобиля колесо и его подвеску, как правило, моделируют механизмом с жесткими звеньями [4]. Характер проектирования, функциональное назначение и форма колеса накладывают ряд условий на выбор базовых точек, звеньев и обобщенных координат этого механизма:

- в качестве стойки берется кузов автомобиля. Все перемещения рассматриваются относительно правой прямоугольной системы координат  $Oxyz$ , связанной с компоновочной сеткой автомобиля и неподвижной относительно кузова; ось  $Oz$  направлена вертикально вверх;

- колесо считается круговым диском, а ось вращения колеса – прямой  $MN$ , проходящей через центр  $M$  диска и перпендикулярной к нему. Радиус  $R$  диска принимается за радиус колеса. Обычно точка  $N$  определяется заданием длины  $|MN|$  вектора  $\vec{MN}$ , направленного внутрь автомобиля;

- под центром  $E$  пятна контакта колеса с опорной поверхностью понимается точка диска, определяемая следующим образом. Рассмотрим две плоскости. Первая проходит через прямую  $MN$  и перпендикулярна координатной плоскости  $Oxy$ . Вторая – плоскость, в которой лежит диск. Точка, лежащая на линии пересечения указанных плоскостей ниже точки  $M$  и на расстоянии  $R$  от нее, и будет определяемой точкой  $E$ ;

- в случае переднего управляемого колеса одним из звеньев механизма является звено, моделирующее рулевой привод;

- обобщенными координатами механизма являются величины  $\Delta$  и  $\tau$ ,  $\Delta$  - ход колеса - вертикальное перемещение точки  $M$ ,  $\tau$  - перемещение рулевого привода, причем  $\Delta = z_M - z_{MS}$ , где  $z_{MS}$ ,  $z_M$  -  $z$ -координаты точки  $M$  в начальном и текущем состояниях механизма, взятые при  $\tau=0$  (аналогичную индексацию остальных двух координат точки  $M$ , а также координат других точек мы будем использовать в дальнейшем). Известны ограничения на обобщенные координаты:  $\Delta_{\min} \leq \Delta \leq \Delta_{\max}$ ,  $\tau_{\min} \leq \tau \leq \tau_{\max}$ . Естественно, что  $\tau$  вводится только в случае переднего управляемого колеса;

- под скоростью изменения какой-либо кинематической характеристики понимается ее производная по  $\Delta$ , иными словами, скорость изменения кинематической характеристики – аналог скорости.

Большинство кинематических характеристик механизма подвески определяются положениями и перемещениями колеса. Далее мы будем рассматривать механизм подвески заднего неуправляемого колеса, т.е. рулевой привод, а следовательно,  $\tau$ , отсутствуют. Примем следующее соглашение: точки и величины, положение и значения которых зависят от  $\Delta$ , изображаются в начальном состоянии механизма с индексом  $s$ , а в текущем – без него. Укажем те кинематические характеристики, которые нам в дальнейшем понадобятся:

- сходжение колеса – угол  $\varepsilon$  между проекцией оси вращения  $MN$  на координатную плоскость  $Oxy$  и осью  $Oy$ , причем  $\varepsilon \geq 0$  при  $x_N \geq x_M$  и  $\varepsilon < 0$  в противном случае;

- развал колеса – угол  $\alpha$  между осью  $MN$  и ее проекцией на плоскость  $Oxy$ , причем  $\alpha \geq 0$  при  $z_N \geq z_M$  и  $\alpha < 0$  в противном случае;
- изменение колеи – разность между  $y$ -координатами точек  $E_S$  и  $E$ ;
- модуль разности изменений колеи. Эта характеристика определяется следующим образом. Известен ход колеса  $\Delta_0$ , где  $\Delta_{\min} < 0 < \Delta_0 < \Delta_{\max}$ , такой что отрезок  $[-\Delta_0, \Delta_0]$  является рабочим диапазоном функционирования подвески. Вычисляются изменения колеи при  $\Delta = \Delta_0$  и  $\Delta = -\Delta_0$ . Модуль разности этих изменений колеи и является определяемой характеристикой;
- скорость изменения схождения колеса.

#### Список литературы

1. Соболев И.М., Статников Р.Б. Выбор оптимальных параметров в задачах со многими критериями. М.:Наука, 1981. 110с.
2. Statnikov R.B., Matusov J.B. Multicriteria Optimization and Engineering. N.Y.: Chapman and Hall, 1995. 236p.
3. Statnikov R., Bordetsky A., Statnikov A. Multicriteria Analysis of Real-Life Engineering Optimization Problems: Statement and Solution // The Fourth WORLD CONGRESS OF NONLINEAR ANALYSTS (WCNA-2004), Orlando, Florida, USA, June 30–July 7.
4. Семенов Ю.А., Семенова Н.С. Структурный анализ механизмов // Теория механизмов и машин. 2003, №2. С.3-14.

© Ярыгин А.В., Сидоренко А.С., 2019

## СЕКЦИЯ 2: ЭКОНОМИКА И ОСНОВЫ УПРАВЛЕНИЯ, ГУМАНИТАРНЫЕ И СОЦИАЛЬНЫЕ НАУКИ

УДК 332.1/ ББК 65.04

**Высоцкий В.В.**

кандидат исторических наук,  
автомобильно-транспортный  
институт (г. Воронеж).

Vysotsky V.V.

candidate of historical sciences, automotive  
transport institute  
(Voronezh)

**Полухин Е.Н.**

студент автомобильно-  
транспортного института  
(г. Воронеж)

Poluhin E.N.

student of the Automobile Transport  
Institute (Voronezh)

### К ВОПРОСУ КОНЦЕПЦИИ ЭКОНОМИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ ВОРОНЕЖСКОЙ ОБЛАСТИ

#### TO THE QUESTION OF THE CONCEPT OF ECONOMIC DEVELOPMENT OF THE VORONEZH REGION

Ключевые слова: Воронежская область, особая экономическая зона, налоговая политика, инвестиции.

Аннотация: В статье рассматриваются вопросы корректировки концепции экономического развития Воронежской области и вносится предложение создать на территории вышеуказанного региона комплексной особой экономической зоны.

Keywords: Voronezh region, special economic zone, tax policy, investments.

Summary: the paper address the issues of adjustment of the concept of economic development of the Voronezh region and the proposal is made to create on the territory of the above-mentioned region of the integrated special economic zone.

Не смотря на то, что Воронежская область имеет высокий потенциал экономического развития, сложную территориальную структуру хозяйства, которая была создана еще во времена СССР, - экономика региона развивается не эффективно и испытывает, как и большинство субъектов Российской Федерации, сложный экономический кризис.

На современном историческом этапе можно выделить целый ряд аспектов, характеризующих не достаточно эффективное социально-экономическое развитие региона:

- низкий уровень жизни населения;
- низкая эффективность труда;
- низкий объем и темп роста инвестиций в основной капитал;
- низкий уровень развития промышленности (во времена СССР была более сложная отраслевая структура экономики, однако большая часть промышленных

предприятий или прекратили свое существование или работают на 10 – 15% от своего потенциала);

- технологическая отсталость промышленных и сельскохозяйственных предприятий;

- низкий уровень развития научно-исследовательской деятельности и т.д.

Однако, в регионе имеются все необходимые предпосылки для эффективного развития экономики. Как уже было сказано в данной статье, Воронежская область имеет значительный потенциал развития экономики и здесь следует акцентировать внимание на сильных сторонах исследуемого региона:

- выгодное экономико-географическое положение.

Через регион проходят важнейшие транспортные магистрали, область имеет границу с относительно развитыми субъектами Российской Федерации, а также имеет границу с Украиной, что в перспективе может благотворно повлиять на развитие внешних торгово-экономических связей региона;

- значительная площадь региона, что может способствовать более эффективному развитию АПК, туризма, и других сфер экономики;

- высокая численность населения, что является важнейшим фактором развития рынка труда;

- относительно низкая плотность населения, что может в какой-то степени способствовать миграционному приросту;

- высокий промышленный потенциал. В регионе есть все перспективы для более эффективного развития целого ряда отраслей производственной сферы, важнейшими межотраслевыми комплексами которого являются машиностроение, химико-лесной комплекс, строительная индустрия, АПК.

- развитие системы высшего и средне-профессионального образования. По числу вузов и количеству студентов исследуемый регион занимает 14-е место в общероссийском рейтинге.

- высокий уровень квалификации населения;

- относительно высокий уровень развития ресурсного обеспечения инновационной деятельности. В частности, в Центральном федеральном округе по целому ряду показателей (число организаций, выполнивших научные исследования и разработки; численность аспирантов, докторантов; число патентных заявок на изобретения; число выданных патентов на изобретения и т.д.), Воронежская область занимает 3 место;

- относительно высокий уровень развития основного звена АПК - сельского хозяйства. Регион обладает одними из лучших в России факторами развития сельского хозяйства: высокоплодородные черноземы, длительный вегетационный период, наличие аграрного вуза, целого ряда НИИ и т.д.;

- относительно высокий уровень развития малого бизнеса (более 4 тысяч предприятий). По числу малых предприятий регион занимает 3 место в ЦФО;

- высокий уровень развития строительного комплекса [4].

Следует, также, выделить позитивные тенденции, наметившиеся в последние годы.

Судя по опубликованному Департаментом экономического развития Воронежской области отчету, состояние экономики вышеуказанного региона по итогам 9 месяцев 2018 года продолжало характеризоваться сохранением позитивных тенденций, которые прослеживались по всем макроэкономическим показателям. «Промышленное производство возросло на 5,5% к уровню соответствующего периода 2017 года (в РФ – на 3%). Рост производства в целом в промышленности региона обеспечен опережающей положительной динамикой в «Обрабатывающих производствах» и «Водоснабжении; водоотведении, организации сбора и утилизации отходов, деятельности по ликвидации загрязнений. Потребительский спрос в сфере торговли продемонстрировал дальнейший рост и составил 104,3% от уровня 9 месяцев 2017 года (по РФ - 102,6%). Ситуация с безработицей на рынке труда стабильна - регистрируемая безработица составляет 0,8%» [3]. Однако вышеуказанные экономические показатели не являются свидетельством проведения эффективных экономических реформ.

С нашей точки зрения стоит воспользоваться опытом других государств, которые достигли высокого роста экономики благодаря проведению целого ряда эффективных реформ, инструментами которых являются следующие: «.....меры стимулирования экспорта товаров, услуг, капиталов, научно-технического и административного опыта: ...введение или отмена количественных ограничений, изменение пошлины во внешней торговле; меры по привлечению ...доступа иностранного капитала в экономику страны, изменение условий его функционирования, качественная селекция (с точки зрения отраслевой направленности и технического уровня) поступающего из-за границы капитала, привлечение в страну иностранной рабочей силы..... Отдельные инструменты государственной экономической политики могут употребляться в различных целях, в различных сочетаниях и с разной интенсивностью» [2].

Широкое применение вышеуказанных инструментов на локальном или региональном уровне возможно только в рамках создания свободных (особых) экономических зон».

Практика показывает, что именно благодаря развитию ОЭЗ многие постиндустриальные страны и страны интенсивного индустриального развития (НИС, Китай, Индия, Мексика и т.д.) имеют высокие экономические показатели. Не случайно центр ООН по транснациональным корпорациям (UNCTC) рассматривает рост СЭЗ как одну из наиболее важных тенденций экономического развития последних десятилетий.

Анализируя не эффективное развитие экономики Воронежской области в течение последних десятилетий, следует отметить, что назрела острая необходимость создания особой экономической зоны в рамках вышеуказанного региона.

Однако, для того, чтобы реализовать этот проект, необходимо воспользоваться зарубежным опытом, так как отечественный опыт создания ОЭЗ не принес искомого результата.

По одной из классификаций выделяют 6 типов особых экономических зон:

- Экспортнопроизводственные зоны;
- Зоны свободной торговли;
- Технологические зоны (технополисы);
- Зоны стимулирования экспорта;
- Сервисные зоны (зоны услуг);
- Комплексные зоны.

Так, как Воронежская область имеет сложную многоотраслевую структуру экономики, именно комплексная зона должна получить развитие в ее пределах, а успешный опыт развития такой зоны можно перенять у тех стран, где подобные зоны были созданы, это Бразилия, Китай, страны Западной Европы, США, Канада.

Комплексные зоны формируются путем установления особого, льготного режима хозяйственной деятельности на территории отдельных административных образований. Отличие комплексных зон от других типов заключается в том, что они расположены на больших пространственных территориях и ведением более широкого поля деятельности.

К основным функциям комплексных зон стоит выделить: содействие притоку иностранных инвестиций, технологий, содействие занятости, импортозамещение производство, развитие депрессивных регионов, реализация стратегии экономического развития региона.

К комплексным зонам относятся: особые экономические районы и прибрежные города Китая, зоны свободного предпринимательства (Западная Европа, Канада), Мадрасская СЭЗ в Индии, а также зона «Манаус» (Бразилия) и т.д..

Важнейшим рычагом, способствующим эффективному развитию ОЭЗ являются налоговые преференции. И здесь следует, также изучить опыт других стран. Приведем несколько примеров налоговых преференции в ОЭЗ некоторых стран мира:

#### 1. Великобритания:

- взимание и уплата импортных пошлин и НДС, осуществляется если товары вывозятся за пределами зоны на рынок стран ЕС (в т.ч. Великобританию);
- автоматическое освобождение средств, направленных на капитальные затраты в строительстве (кроме использования воды и прочих услуг) от налога на прибыль и подоходного налога;

#### 2. США:

- освобождение от федерального и местного налогов частной собственности предприятий и отдельных лиц;
- товары, экспортируемые из зон в иные страны, не облагаются внутренними налогами и таможенными пошлинами;
- в различных штатах действуют дополнительные скидки, например, в штате Коннектикут - 50% с налога на доходы компаний, в штате Луизиана - 100% с налога на продажи оборудования, в штате Канзас - 100% с налога на продажи строительных материалов, в штате Вирджиния - 100% с налога на продажи основного капитала;

- большую часть налоговых льгот (70%) получают компании, создающие новые рабочие места.

### 3. Япония:

- фирмы, выполняющие обработку импортируемых грузов получают низкопроцентные займы (менее 3%);

- для экономических зон создаются информационные центры, позволяющие провести выставки, бизнес-конференции и т.д.;

- упрощенная система таможенного законодательства для компаний экономических зон.

### 4. Китай:

- для компаний с иностранными инвестициями упрощена схема регистрации;

- льготы по подоходному налогу для предприятий с иностранными инвестициями - 15% (по стране 33%);

- при импорте производственного оборудования и различных материалов (сырье, детали, запчасти), ввозимых иностранным участником предприятия в счет своей доли в компании, НДС не взимается, в том случае, если они будут задействованы в производстве продукции на экспорт [1].

Однако необходимо понять, что налоговые льготы для развития ОЭЗ, хоть и являются важным фактором развития, однако следует учитывать и такие факторы, как политическая стабильность, инвестиционные гарантии, квалификация трудовых ресурсов, упрощение административных процедур, льготное кредитование на внутреннем рынке и т.д.

Для более эффективного развития особой экономической зоны в пределах Воронежской области необходимо учреждение специального административного органа координирующего развитие ОЭЗ, например отдел стратегического планирования при Департаменте экономического развития, подчиняющегося напрямую руководителю правительства данного региона или губернатору. Не смотря на то, что плановая экономика канула в лету, стратегическое планирование является важнейшим фактором успешного развития, как на уровне организации, так и на уровне регионального развития.

На наш взгляд в вопросе реформирования экономики Воронежской области не следует акцентировать внимание на развитии конкретных отраслей специализации и отраслей, дополняющих хозяйственный комплекс.

Здоровая конкуренция и интересы инвесторов сами определяют отраслевую структуру вышеуказанного региона.

Важно еще понимать, что успешное развитие ОЭЗ в пределах исследуемого региона, будет зависеть от создания благоприятного инвестиционного климата, что является важнейшим стимулом для привлечения, как прямых, так и портфельных инвестиций.

А для этого социально-экономическая система региона должна иметь следующие особенности – четкая, продуманная, логически выстроенная стратегия экономического развития; минимальные бюрократические издержки и здоровая конкурентная среда.

## Список литературы

1. Меджидов З.У. Зарубежный опыт функционирования особых экономических зон//Вестник Волжского университета им. В.Н. Татищева. 2016. - № 1 (24). – С. 55 - 61 [электронный ресурс]: <https://cyberleninka.ru/article/v/zarubezhnyy-opyt-funktsionirovaniya-osobyh-ekonomicheskikh-zon-1>

2. Михайлушкин П. В., Баранников А. А. Методы и средства государственного регулирования экономики России: опыт зарубежных стран // Молодой ученый. – 2012. – №9. – С. 135-140 [электронный ресурс]: <https://moluch.ru/archive/44/5404/> (дата обращения: 10.05.2019).

3. Мониторинг социально-экономического развития. Аналитические материалы. Итоги социально-экономического развития Воронежской области за январь-сентябрь 2018 года [электронный ресурс]: <https://econom.govvrn.ru/its/monitoring-sotsialno-ekonomicheskogo-razvitiya>.

4. Рисин И.Е., Трещевский Ю.И., Петрыкина И.Н. Стратегический анализ региона (на примере Воронежской области)//Вестник ВГУ. Серия: экономика и управление. 2016. - № 3. – С. 54 – 64.

© Высоцкий В.В., 2019.

УДК 355/359

**Кухаренко С.П.**

канд. тех. наук, доцент кафедры  
Военного учебно-научного центра  
ВВС «Военно-воздушная академия  
имени профессора Н.Е. Жуковского и  
Ю.А. Гагарина» (г. Воронеж), РФ

**Kuharenko S.P.**

PhD in Engineering, associate professor of  
the department Military educational-  
scientific center of air force «The air force  
Academy named after Professor N.E.  
Zhukovsky and Y.A. Gagarin»  
(Voronezh), Russian Federation

**Дзюбенко О.Л.**

канд. пед. наук, доцент, доцент  
кафедры Военного учебно-научного  
центра ВВС «Военно-воздушная  
академия имени профессора  
Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина»  
(г. Воронеж), РФ

**Dzyubenko O.L.**

Ph.D., associate professor, senior lecturer  
of the department Military educational-  
scientific center of air force «The air  
force Academy named after Professor  
N.E. Zhukovsky and Y.A. Gagarin»  
(Voronezh), Russian Federation

**Полухин Е.Н.**

студент автомобильно-транспортного  
института  
(г. Воронеж)

**Poluhin E.N.**

student of the Automobile Transport  
Institute (Voronezh)

## **РЕЗЕРВЫ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА В ВУЗЕ**

**RESERVES FOR EFFICIENCY IMPROVEMENT  
EDUCATIONAL MATERIAL IN THE UNIVERSITY**

Ключевые слова: рабоченапряжение, психофизиологическое состояние.

Аннотация. В статье рассматриваются психофизиологические резервы повышения эффективности освоения учебного материала в учреждениях высшего военного профессионального образования.

Key words: working tension, psychophysiological state.

Annotation. In the article psychophysiological reserves of increasing the effectiveness of mastering the educational material in institutions of higher military professional education are considered.

Формирование психофизиологических резервов повышения эффективности освоения учебного материала в военном вузе рассмотрим на примере исследования [1], в котором предлагаются методика, аппаратура и результаты комплексного обследования интеллектуальной деятельности 27 преподавателей и 40 студентов Гомельского государственного университета имени Ф. Скорины.

Принципы интегральной количественной оценки рабочего напряжения в процессе интеллектуальной деятельности человека основаны на нескольких методиках измерения физиологических характеристик. Специально сконструированный прибор для физиологической оценки работоспособности (ПФОР), позволяет измерять следующие психофизиологические характеристики:

- время простых и дифференцированных сенсомоторных реакций на белый, зеленый и красный свет;
- время простых и дифференцированных сенсомоторных реакций на звук частотой 250, 400, 1000 Гц (в дальнейшем обозначенный звуком низкой, средней и высокой частоты);
- КЧМ - критическую частоту слияния мельканий;
- координометрию и термометрию;
- максимальную частоту сокращения мышц (теппинг-тест) за 1-, 10-, 100-секундные интервалы.

РЗобщ(общая сенсомоторная реакция) - экспериментатор надевал испытуемому головные телефоны и включал по три раза звуковой сигнал низкой, средней и высокой частоты. Фиксировали время, зарегистрированное на электронном табло для каждой частоты звука.

Рвб(дифференцированная, с выбором, сенсомоторная реакция на свет) – испытуемому ставили задачу – выключать белую и зеленую лампочки (положительный сигнал), красную (тормозной сигнал) не выключать. Экспериментатор с интервалом в 1 – 3 с. попеременно в различной комбинации включал сигналы. Всего подавали 15 таких сигналов: по 5 белых, зеленых и красных. Регистрировали среднее время положительных сигналов и ошибки.

КЧМ (критическая частота слияния мельканий) – испытуемый, наблюдая в тубус за мельканием светодиода, ручкой грубой, затем тонкой настройки ПФОР находил границу перехода мельканий в ровный свет. На цифровом электронном табло прибора регистрировалась длительность одного импульса.

ТТ (теппинг-тест) – пальцем правой руки испытуемый как можно быстрее нажимает на выносную кнопку прибора. Количество нажатий автоматически

подсчитывалось с момента первого нажатия и на протяжении 10 с. Регистрировалось количество и время нажатий. Расчетным путем определяли длительность одного нажатия и одного касания.

Координация движений – испытуемый, коснувшись контакта в начале S-образной щели, ведет щуп и старается не дотронуться до краев и дна щели. Когда щуп дотрагивался до второго контакта в конце щели, секундомер и счетчик касаний останавливались. Регистрировали общее время ведения щупа, время касания стенок, количество касаний. Рассчитывали длительность одного касания. Коэффициент координации (КК) устойчивости координационного акта определяли по формуле Розенблата и Жукова.

$$КК = [(T_{общ} - T_{кас}) / T_{общ}] \cdot 100, \% \quad (1)$$

где  $T_{общ}$  – общее время ведения щупа по щели;  $T_{кас}$  – время касания щупом стенок щели.

Тр (тремор) – испытуемый вставлял щуп в отверстие на своем пульте и, стараясь не коснуться краев, удерживал щуп в течение 10 с. С момента первого касания щупом стенки отверстия время отсчитывалось автоматически. Регистрировали количество и время касаний.

Па (высшие психические функции) – объем кратковременной памяти изучали произношением появившегося на табло шестизначного числа со скоростью одна цифра в секунду (например, 617235). Затем давали арифметические примеры, считая, что тем самым испытуемый лишается возможности повторять цифры, поступившие в кратковременную память. После этого фиксировали количество цифр, которые в соответствующем порядке запомнил испытуемый. Скорость мышления оценивали по времени выполнения арифметических действий: сложения и вычитания двузначных чисел, умножения на однозначное число «5». Фиксировали время выполнения задания.

Вн– концентрация и переключение внимания-изучали с помощью буквенно-цифровых таблиц, на которых цифры от 1 до 20 и буквы А, Б, В, Г, Д расположены хаотично. Испытуемому ставили задачу отыскать на таблицах цифры по порядку и буквы по алфавиту. Фиксировали время, за которое вы полнено задание.

Возросшие требования к подготовке специалистов в высшей школе обусловили актуальность изучения связи психофизиологических функций с качественно-количественными параметрами умственной деятельности, выявления информативных критериев высокоэффективного труда. Наиболее приемлемым критерием для интегральной оценки рабочего напряжения служат сдвиги в показателях физиологических и психических функций в процессе работы. Интегральный показатель рабочего напряжения рассчитывается в два этапа: вначале рассчитывается индекс напряжения функции (ИНф), а затем – индекс рабочего напряжения (ИНрн) [1]

$$\text{ИНФ}_{ij} = \left| 1 - \frac{X_{1ij} + X_{2ij} + X_{3ij} + \dots + X_{nij}}{n \cdot X_{ij\text{опт}}} \right| \cdot \text{ВК} \cdot 100 \quad (2)$$

$$\text{ИНФ}_j = \frac{1}{K} \sum_{i=1}^K \text{ИНФ}_{ij} \quad (3)$$

Комплексное обследование преподавателей и студентов проводили до работы, в течение рабочего дня и после него 5 раз, а на начальном этапе исследований – 9 раз. В дни предшествующие экспериментам, все испытуемые обучались отвечать на каждый тест до получения стабильных результатов.

Исследованы психофизиологические состояния студентов 4 курса: 12 студентов с высокой успеваемостью (I группа) и 10 - с низкой (II группа). Успеваемость оценивалась по экзаменационным оценкам в зачетной книжке: для I группы средний балл выше 4,5; для II – ниже 4. С различной степенью достоверности сенсомоторные реакции на оптические и акустические раздражители замедлены у курсантов II группы. Утомляемость у них выше, так как различие в длительности сенсомоторных реакций на оптические и акустические раздражители составило 8,5%, в то время как у курсантов I группы 19,8%. В I группе выше возбудимость ЦНС, а уравновешенность в обеих группах одинаковая. Судя по критической частоте слияния мельканий (КЧМ), лабильность зрительного анализатора у курсантов II группы выше.

Лабильность [лат.labilis]– скользкий, неустойчивый. Интеллектуальная лабильность обозначает способность распределять внимание от одной задачи к другой и быстро переходить со стадии обдумывания на стадию действия. Характеристика адаптации человека к сложившимся обстоятельствам.

Обратная картина с лабильностью двигательного анализатора: показатели теппинг-теста достоверно ( $P < 0,001$ ) выше у курсантов I группы в основном за счет нервного звена. У курсантов I группы более устойчивая координация и лучшие показатели тремора.

Студенты I группы отличаются от студентов II группы высокими показателями психических процессов и более высокой степенью их интегрированности [2]. Установлено [1], что успеваемость курсантов в значительной мере (на 22 %) определяется быстротой условно-двигательной реакции, объемом кратковременной памяти Па.

Четкое разграничение функциональных уровней характерно для объема кратковременной памяти, концентрации и переключения внимания, скорости мышления. Более высокий уровень в I группе. Улучшение объема кратковременной памяти отмечается на 3-м и 4-м часах в обеих группах. Концентрация и переключение внимания, скорость мышления улучшаются с первого часа и до конца работы. В I группе для индекса рабочего напряжения характерна плавная динамика. Сближение индексов рабочего напряжения происходит на 3-м часу работы, затем в I группе этот индекс снижается, что

объясняется перестройкой функциональной системы, а во II группе он возрастает ввиду развития утомления.

Профессиональный труд преподавателей вуза определяет нагрузку, прежде всего, на высшие психические функции: память, внимание, мышление. Типична для них высокая нервно-эмоциональная нагрузка. Статическая поза, ограниченный двигательный режим предрасполагают к переутомлению и перенапряжению, несмотря на то, что труд осуществляется в благоприятных санитарно-гигиенических условиях. Для преподавателей вуза привычно изменение интенсивности умственного труда, что важно в изучении перестройки функциональной системы деятельности. При изменении объема и вида учебной нагрузки изучены динамика психофизиологических функций, рабочее напряжение, утомление и межфункциональные связи. Обследовано 27 преподавателей, из них 9 при переходе из одного рабочего состояния в другое: при 4-часовой учебной нагрузке (лекции и практические занятия), 2-часовой внеучебной, 6-часовой учебной нагрузке и 6-часовом приеме экзаменов. Шесть человек из этой группы наблюдались и после рационализации режима труда во время экзамена. Каждый преподаватель был обследован 5 раз: до работы и через 1, 3, 5, 6 ч Работы. В качестве исследуемых попеременно выступали преподаватели с 4- и 6-часовой учебной нагрузкой или принимающие экзамен.

Во время учебных занятий большую нагрузку испытывает речевой и двигательный аппарат, но при этом общий двигательный режим преподавателя ограничен. Еще большая гипокинезия у принимающих экзамен; при этом отмечаются высокое напряжение внимания и ответственность за оценку. После 45 мин учебных занятий рекомендуется перерыв. Однако в условиях высшего военного учебного заведения эта рекомендация редко выполняется. Экзамен же чаще принимается без перерыва и преимущественно в позе сидя.

Абсолютные значения КЧМ не изменяются, однако повышение индекса напряжения от 11,8 до 20,4 говорит о важной роли лабильности ЦНС в физиологическом обеспечении возросшей умственной нагрузки. Увеличение интенсивности умственной деятельности сопровождается отрицательными сдвигами в нервно-мышечной системе: снижаются КК и ТТ при росте их индексов напряжения. Усиливается тремор. Длительность одного касания теппинг-теста повышается, что указывает на снижение активности нервно-мышечной системы в основном за счет фазы расслабления мышц.

Увеличение объема учебной нагрузки отразилось на повышении индекса напряжения и скорости выполнения мыслительных операций. Интегральный показатель рабочего напряжения увеличился (от  $18,7 \pm 0,4$  до  $22,0 \pm 0,6$ ;  $P < 0,001$ ), что указывает на повышение физиологической стоимости умственной деятельности.

Во время приема экзамена ИНрн возрастает (до  $26,0 \pm 0,7$ ;  $P < 0,001$ ). При этом замедляются сенсомоторные реакции на все оптические и акустические раздражители. Указанные изменения свидетельствуют о снижении возбудимости ЦНС и уравновешенности нервных процессов. Еще больше сглаживается различие (9,3%) в длительности сенсомоторных реакций на оптические и

акустические раздражители, причем особенно замедляются реакции на звук. Увеличение длительности импульса КЧМ при высоких показателях ТТ – доказательство снижения лабильности зрительного анализатора при достаточно высокой лабильности двигательного.

Динамика интегрального показателя рабочего напряжения свидетельствует о влиянии умственного труда различной интенсивности на психофизиологическое состояние. При 6-часовой учебной нагрузке ИНрн в течение 5ч колеблется, как и при 4- часовой нагрузке, но на более высоком функциональном уровне. Только к концу рабочего дня при 6-часовой учебной нагрузке его величина резко возрастает, что является следствием утомления. Динамика ИНрн при приеме экзамена характеризуется высоким уровнем и постепенным повышением напряжения в течение дня. Различный уровень функционального напряжения, соответствующий предстоящей умственной деятельности, отмечается уже в исходном состоянии человека. Чем выше напряженность труда, тем раньше заканчивается период устойчивой работоспособности и растет ИНрн.

Исследования показали, что в физиологическом обеспечении интеллектуальной деятельности можно выделить два важных механизма: уровень функционирования физиологических систем и характер межфункциональных связей.

Чтобы углубить знания о физиологических механизмах умственной деятельности в возрастном аспекте во время экзаменов (до и через 1, 3, 5, 6 ч), обследовано 27 преподавателей, из них - 16 в возрасте 24-45 лет (I группа) и 11 - в возрасте 46-60 лет (II группа) [1]. Системообразующей в I группе является функция мышления, а во II – функция памяти. С возрастом при умственной нагрузке большую значимость приобретают связи критической частоты слияния мельканий, сенсомоторные реакции на белый свет, а также на звук средней частоты.

Известно, что физико-математические дисциплины характеризуются большей логической связью, и проведение учебных занятий по ним связано с высокой нагрузкой на функцию мышления. При изложении историко-филологических дисциплин ведущей функцией является память [3-4].

Результаты обследования, показывают различие в длительности сенсомоторных реакций на оптические и акустические раздражители по группам. В I группе различие в длительности реакций на занятиях составило 22,8 %, на экзамене 18,3 %, во II группе - соответственно 16,2 % и 3,6 %. Таким образом, преподавание математических общепрофессиональных дисциплин, требующих базовых основ математики сопровождается менее выраженным утомлением, чем преподавание историко-филологических.

В I группе лучшие показатели по объему кратковременной памяти, концентрации и переключению внимания, скорости мышления. Эта специфика обусловлена тем, что преподаватели общеинженерных дисциплин постоянно работают с цифровым материалом.

Интерес представляют особенности физиологических реакций организма на умственную нагрузку у преподавателей различной научной квалификации.

У имеющих ученую степень и звание во время учебных занятий и экзамена достоверно лучшие показатели высших психических функций (Па, Вн, Мы). Остальные показатели психофизиологических функций существенно не отличаются от таковых у преподавателей без ученой степени и звания.

Исследования показали, что в пределах трудового цикла при умственной работе имеют место периодические колебания психофизиологических параметров деятельности. Они носят адаптационный характер и обеспечивают необходимый уровень функционирования физиологических систем. Чтобы обеспечивать возросшую умственную нагрузку, включается такой физиологический механизм, как увеличение межфункциональных связей. По мере увеличения рабочего напряжения структура межфункциональных связей начинает разрушаться и это можно расценивать как перенапряжение функциональной системы организма.

Сближение показателей времени реакций на звук и свет можно считать неспецифическими признаками утомления. Сочетание пиков подъема и спада активности различных психофизиологических функций носит индивидуальный характер.

Установленные закономерности дают возможность активно управлять процессом перестройки функциональной системы обучающегося, чтобы ускорить процесс адаптации к системе электронной информационно-образовательной среды, снизить физиологическую и психическую цену интеллектуальной деятельности и повысить эффективность применяемых методик в учебном процессе. Возможности обобщенной количественной оценки психофизиологических реакций на трудовую деятельность расширяют перспективу оптимизации режима труда и отдыха в военном вузе[5].

Таким образом, интегральный показатель рабочего напряжения тонко реагирует на изменение в функционировании физиологических систем и является объективным критерием в оценке напряженности труда. Чем выше рабочее напряжение, тем ниже активность физиологических функций.

#### Список литературы

1. Дядичкин В.П. Психофизиологические резервы повышения работоспособности.- Мн.: Выш. шк., 1990. 119 с.
2. Кулак И.А. Психофизиологические принципы обучения. Мн.: Выш. шк., 1981. 102 с.
3. Розенблат В.В. Проблемы утомления. М.: Наука, 1975. 104 с.
4. Мурик С.Э. Свойства нервной системы и темперамент: учеб.пособие/ С.Э. Мурик. Иркутск: Изд-во Иркут.гос. ун-та, 2008. 188 с.
5. Кухаренко С.П. Формирование профессиональных компетенций будущих преподавателей общепрофессиональных дисциплин в военном вузе [Текст] / С.П. Кухаренко, О.Л. Дзюбенко – Москва: Изд-во РУСАЙНС, 2018. – 188 [б] – Библиогр: С. 181-186.

© Дзюбенко О.Л., Кухаренко С.П., Полухин Е.Н., 2019

УДК 355/359

**Кухаренко С.П.**

канд. тех. наук, доцент кафедры  
Военного учебно-научного центра  
ВВС

«Военно-воздушная академия  
имени профессора Н.Е. Жуковского и  
Ю.А. Гагарина» (г. Воронеж), РФ

**Дзюбенко О.Л.**

канд. пед. наук, доцент, доцент  
кафедры Военного учебно-научного  
центра ВВС «Военно-воздушная  
академия имени профессора  
Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина»

(г. Воронеж), РФ

**Носалев В.А.**

студент автомобильно-транспортного  
института  
(г. Воронеж)

**Kuharenko S.P.**

PhD in Engineering, associate professor  
of the department Military educational-  
scientific center of air force «The air  
force Academy named after Professor  
N.E. Zhukovsky and Y.A. Gagarin»  
(Voronezh), Russian Federation

**Dzyubenko O.L.**

Ph.D., associate professor, senior lecturer  
of the department Military educational-  
scientific center of air force «The air  
force Academy named after Professor  
N.E. Zhukovsky and Y.A. Gagarin»  
(Voronezh), Russian Federation

**Nosalev V.A.**

student of the Automobile Transport  
Institute (Voronezh)

## **ФОРМИРОВАНИЕ МОДЕЛИ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА В ВУЗАХ**

### **FORMATION OF THE MODEL OF DEVELOPMENT OF EDUCATIONAL MATERIALS IN HIGHER EDUCATION INSTITUTIONS**

Ключевые слова: учебные элементы, дидактические единицы.

Аннотация. В статье рассматривается построение модели освоения учебного материала в учреждениях высшего военного профессионального образования.

Key words: educational elements, didactic units.

Annotation. The article deals with the construction of a model for mastering educational material in institutions of higher military professional education.

Показатели уровня усвоения учебного материала классифицируют глубину проникновения и качество владения курсантами учебным материалом. Такая классификация позволяет четко формулировать дидактические цели при проектировании учебного комплекса и на их основе определять его состав. Следует четко разделить какую часть элементов знания курсант должен уметь применять при решении задач (отрабатывается с применением учебных пакетов прикладных программ (ППП)) и владеть в практической деятельности (для этого необходимы тренажеры), а с какими-то элементами ему достаточно лишь познакомиться (знать - для того достаточно учебного пособия и автоматизированного учебного курса (АУК)).

При формировании модели освоения учебного материала рассматривается последовательность изучения учебных элементов УЭ (модулей) и устанавливаются логические связи между ними.

На рисунке 1 показаны пять уровней усвоения учебного материала (по В.П. Беспалько).

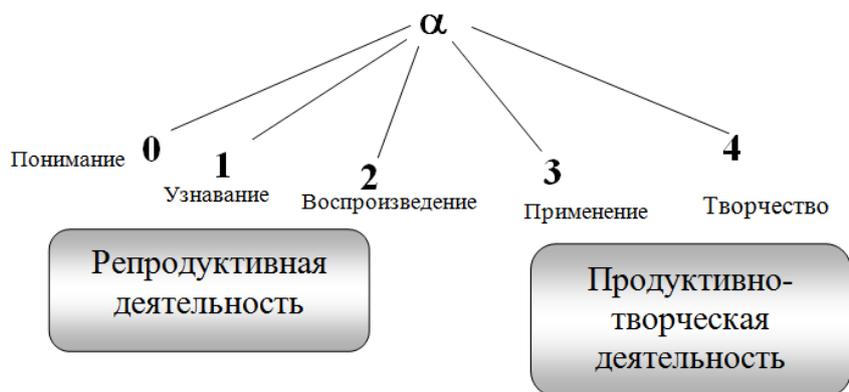


Рисунок 1 – Показатели уровня усвоения учебного материала

«Нулевой» уровень-уровень, при котором курсант способен понимать, т.е. осмысленно воспринимать новую для него информацию. Фактически речь идет о предшествующей подготовке курсанта, которая дает ему возможность понимать новый для него учебный материал. Условно деятельность курсанта на «нулевом» уровне называют пониманием.

Первый уровень - это узнавание изучаемых объектов и процессов при повторном восприятии ранее усвоенной информации о них или действий с ними, например, выделение знакомой детали из сборочного чертежа. Условно деятельность первого уровня называют опознанием, а знания, лежащие в ее основе - знания-знакомства.

Второй уровень- это воспроизведение усвоенных ранее знаний от буквальной копии до применения в типовых ситуациях. Примеры: воспроизведение информации по памяти; решение типовых задач (расчет на прочность, расчет на жесткость). Деятельность второго уровня условно называют воспроизведением, а знания, лежащие в ее основе - знания-копии.

Третий уровень - это такой уровень усвоения информации, при котором курсант способен самостоятельно воспроизводить и преобразовывать усвоенную информацию для обсуждения известных объектов и применения ее в реальных (нетиповых) ситуациях. Примеры: решение нетиповых задач, элементы конструкторской или учебно-научной деятельности в кружках ВНО, выбор подходящего алгоритма из набора ранее изученных алгоритмов для решения конкретной задачи. Деятельность третьего уровня условно называют применением, а знания, лежащие в его основе -знания-умения.

Четвертый уровень- это такой уровень владения учебным материалом темы, при котором курсант способен создавать объективно новую информацию (ранее неизвестную никому).

Принято обозначать уровень усвоения учебного материала коэффициентом  $\alpha$ . Он может принимать значения  $\alpha=0, 1, 2, 3, 4$  в соответствии с нумерацией уровней, приведенной на рисунке 1. Для измерения степени владения учебным материалом на каждом уровне используют коэффициент:

$$K_{\alpha} = \frac{P_1}{P_2}, \quad (1)$$

где  $P_1$  – количество правильно выполненных существенных операций в процессе тестирования,  $P_2$  – суммарное (общее) количество существенных операций в тесте или батаре тестов. Под существенными понимают те операции, которые выполняются на проверяемом уровне  $\alpha$ . Операции, принадлежащие к более низкому уровню, в число существенных не входят.

По рекомендациям, данным в работе [1], при  $K_{\alpha} < 0,7$  следует продолжать обучение (управлять процессом учения). При  $K_{\alpha} \geq 0,7$  наступает период самоорганизации, и процесс учения может быть свободным и высокоэффективным, при условии применения ИКТ, интенсифицирующих образовательный процесс.

Каждой оценке традиционного вида можно привести в соответствие определенный коэффициент степени владения учебным материалом  $K_{\alpha}$ , используемый для построения модели освоения определенного уровня:

- $K_{\alpha} < 0,7$  – неудовлетворительно;
- $0,7 = K_{\alpha} < 0,8$  – удовлетворительно;
- $0,8 = K_{\alpha} < 0,9$  – хорошо;
- $0,9 = K_{\alpha} < 1,0$  – отлично.

Освоение учебного материала курсантами с помощью ИКТ рассмотрим на конкретном примере построения индуктивной модели для дисциплины «Компьютерная графика» на кафедре общепрофессиональных дисциплин Военного учебно-научного центра Военно-воздушных сил «Военно-воздушная академия имени профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина (г. Воронеж) [35].

Новая модель оценки введена в экспериментальном режиме, как дополнение к используемой в настоящее время модели оценки выполнения требований ГОС, начиная с 2012 г. В качестве показателя освоения дисциплины курсантами выбрано количество освоенных дидактических единиц (ДЕ) основной образовательной программы (ООП). Здесь и далее описание оценки освоения дисциплины приводится в применении к выборке курсантов ООП, принимавших участие в тестировании. Показателем освоения дидактической единицы (ДЕ) дисциплины является процент правильно выполненных заданий этой ДЕ всеми курсантами, принимавшими участие в тестировании. ДЕ дисциплины считается освоенной, если показатель освоения ДЕ дисциплины не ниже критериального значения 50 %. Критерием освоения дисциплины является освоение всех её ДЕ.

Пример расчёта показателя освоения дисциплины «Компьютерная графика» выполнен по следующему алгоритму:

- все тестовые задания по дисциплине, предъявленные курсантам, группируются по принадлежности к отдельным ДЕ, как показано в таблице 1;

- для каждой ДЕ рассчитывается показатель освоения (процент правильно выполненных заданий от числа предъявленных заданий).

Таблица 1. Группировка тестовых заданий по принадлежности к отдельным ДЕ для дисциплины «Компьютерная графика».

Обучающийся №	Задание №	ДЕ №1				ДЕ №2				ДЕ №3				ДЕ №4			
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0	1	1	1
2	2	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	0
3	3	1	1	0	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	0	0
4	4	1	0	1	1	0	0	1	0	1	1	1	0	1	1	1	0
5	5	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0
6	6	0	1	0	0	0	1	1	1	0	1	1	1	1	1	0	0
7	7	1	1	1	1	0	0	1	0	0	0	1	1	1	1	1	1
8	8	0	1	0	1	1	0	0	0	1	1	1	1	0	1	0	0
9	9	0	1	1	0	0	1	1	1	0	1	0	1	1	0	1	0
10	10	1	0	1	1	1	0	1	1	0	0	1	0	1	1	0	1
11	11	0	1	0	0	1	1	1	0	1	1	1	0	1	0	0	1
12	12	1	1	0	1	1	1	1	1	0	1	0	0	1	1	0	1
13	13	1	1	1	0	1	1	1	1	0	1	0	0	1	0	0	1
14	14	0	0	1	0	1	1	1	0	1	1	0	1	1	0	0	1
15	15	1	0	1	0	0	0	1	0	0	1	1	1	0	0	1	1
16	16	0	1	0	0	1	1	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0
		59% (38 из 64)				68% (44 из 64)				65% (42 из 64)				57% (37 из 64)			
		Показатели освоения ДЕ															

В таблице 1 по первой ДЕ курсантам были предъявлены 64 задания (по 4 задания каждому из 16 курсантов). В первой ДЕ правильно выполнено 38 заданий (суммарное количество правильно выполненных заданий этой ДЕ каждым из курсантов). Таким образом, показатель освоения первой ДЕ равен 59 % (38 заданий из 64 предъявленных); аналогичный расчет делается для остальных ДЕ.

Результаты расчёта показателей освоения дисциплины «Компьютерная графика» представлены графически на рисунке 2. Показатели освоения всех ДЕ выше 50 %, то есть все ДЕ освоены. Дисциплина считается освоенной при условии освоения всех ДЕ дисциплины, следовательно, дисциплина «Компьютерная графика» освоена курсантами, принимавшими участие в тестировании. Для выработки умений и навыков в области компьютерной графики необходимо проводить междисциплинарное тестирование, которое представляет собой одновременное тестирование по определенным разделам всех дисциплин общепрофессионального цикла.

Основными предпосылками введения предлагаемой модели освоения дисциплины явились следующие причины:

- обеспечение полной согласованности показателя освоения дисциплины с показателями освоения отдельных ДЕ; (исключаются ситуации, в которых по действующей модели выборка курсантов демонстрирует низкий показатель освоения дисциплины при достаточно высоких коэффициентах освоения

отдельных ДЕ и наоборот); ДЕ считается освоенной курсантами, принимавшими участие в тестировании, если показатель освоения ДЕ не ниже 50 %;

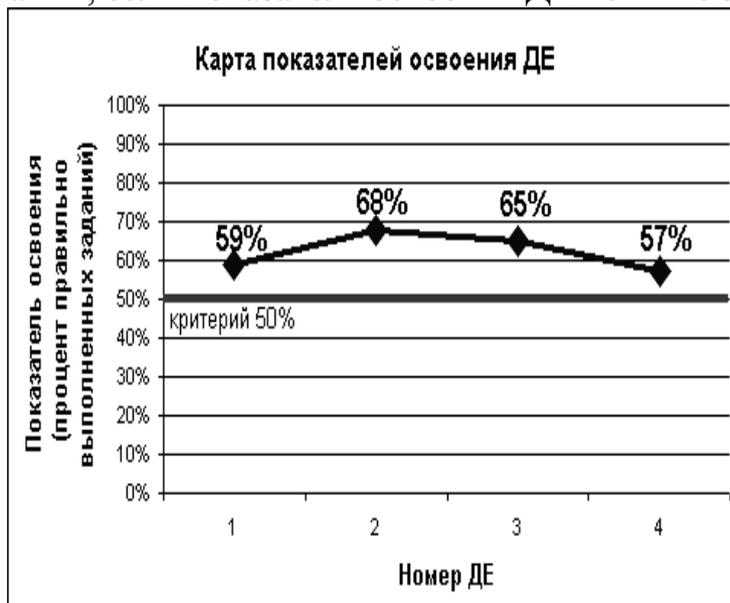


Рисунок 2 – Карта показателей освоения ДЕ

- акцентирование на системных недостатках в учебном процессе и выявление низких показателей освоения ДЕ;
- способность выявить вклад каждого из курсантов, в показатель освоения ДЕ;
- алгоритм расчёта показателя освоения дисциплины относительно прост (исключается промежуточный этап оценки освоения дисциплины каждым курсантом);
- возможность сравнительной оценки для традиционного и полидисциплинарного выборочного тестирования на основе единых алгоритмов и критериев;
- предлагаемая модель обеспечивает использование ДЕ с нечетным количеством заданий в структуре тестовых материалов.

Подготовка курсанта в области знаний общепрофессиональных дисциплин оценивается путём сравнения количества правильно выполненных заданий с критерием освоения, введенным согласно требованиям федеральных государственных образовательных стандартов.

При таком подходе курсант вместо дифференцированного тестирования по двум-трем общепрофессиональным дисциплинам выполняет один полидисциплинарный тест, представляющий задания по компьютерной графике. Полидисциплинарный тест позволяет выработать навыки и умения выполнения и оформления конструкторской документации в общей для всех ОПД области знаний. Выполнение полидисциплинарных тестов позволяет ввести элементы управления учебным процессом и стимулирует формирование ключевых компетенций, а именно стремление к инженерному самообразованию [3].

Разработка такой системы сложна и требует разбиения УЭ на отдельные логически связанные структурные единицы.

Система тестирования по компьютерной графике должна обеспечить не только квалификационные навыки, но и аттестацию знаний и умений курсантов, необходимые при изучении всего комплекса общепрофессиональных дисциплин.

#### Список литературы

1. Самарин Ю.А. Очерки психологии ума. М.: Изд-во АПН РСФСР, 1962.
2. Отчёт Богдановой Л.Н., «Исследование влияния методов и средств компьютерной графики на управляемость процессом познавательной деятельности при конструировании», тема №1608683, шифр «Конструктор У», Воронеж: ВАИУ, 2011. 57 с.
3. Кухаренко С.П. Формирование электронной информационно-образовательной среды для инженерного анализа в военном вузе (часть II) [Текст] / С.П. Кухаренко, О.Л. Дзюбенко – Москва: Изд-во РУСАЙНС, 2018. – 170 [7] – Библиогр: с. 162-168.

© Дзюбенко О.Л., Кухаренко С.П., Носалев В.А., 2019

УДК 94(47).07.08

**Кораблина Л.Н.**

кандидат исторических наук, доцент  
автомобильно-транспортного  
института (г. Воронеж)

**Магдалинина М.А.**

студентка автомобильно -  
транспортного института (г. Воронеж)

**Korablina L.N.**

candidate of historical sciences, associate  
professor of the automobile and transport  
institute (Voronezh)

**Magdalinina M.A.**

student of the Automobile Transport  
Institute (Voronezh)

### **ЖЕНСКОЕ ОБРАЗОВАНИЕ В ВОРОНЕЖЕ (ПЕРВАЯ ПОЛОВИНА XIX В.)**

#### **FEMALE EDUCATION IN THE VORONEZH IN THE FIRST HALF OF THE 19th CENTUR**

Ключевые слова: образование, училище, пансион, гимназия, женщина.

Аннотация: в статье рассматривается организация и уровень женского образования в г. Воронеже. Отношение воронежского общества к женскому образованию.

Key words: education, school, pansion, gymnasium, female

Annotation: the article discusses the structure and levels of female education in the Voronezh city. The relation of the Voronezh society to the female education.

В современной России некоторые педагоги предлагают создание закрытых женских учебных образовательных заведений с особой учебно-воспитательной программой. Это подается как нечто новое и оригинальное, соответствующее требованиям времени. В этой связи рассмотрим исторический опыт организации женского образования в г. Воронеже.

Российское женское образование в конце XVIII в. было ограниченным, имело много недостатков и проходило либо дома с помощью наемных учителей, гувернанток, либо в частных женских пансионах. Впоследствии его стали

пренебрежительно оценивать как салонное, учившее лишь жеманству и внешней светскости, поверхностное и эклектичное. Консерватизм сословности образования, в том числе и женского, усилился.

В отношении постановки женского образования Воронеж в дореформенный период не представлял исключения в ряду других городов Российской империи. Здесь также не было женских учебных заведений, в одинаковой мере доступных для лиц всех классов и состояний. В 1825 г. в Воронеже был открыт первый частный женский пансион Т.И. Миклашевской «для благородных девиц и дочерей именитого купечества». В пансионе были 1, 2 и приготовительный классы. Воспитанницы изучали закон Божий, французский, немецкий и русский языки, всеобщую историю, географию, арифметику, чистописание, обучались также рисовальному и танцевальному искусству.

Этот пансион пользовался популярностью у местных жителей и славился «через неусыпные труды содержательницы, успехами, сделанными детьми ... в продолжение короткого времени»[1, л.40]. Пребывание в пансионе стоило родителям от 104 до 260 руб. в год. В 1825 г. было 11 воспитанниц, в 1826 г. – 15, в 1827 г. – 9. В 1828 г. пансион был закрыт [1, л. 44]. В марте 1830 г. был открыт новый частный пансион для девочек, учредительницей которого стала жена младшего учителя воронежской гимназии Роза Фламм. Этот пансион просуществовал до 1837 г.[1, л.36]. В нем было три класса. В 1830 г. там обучалось 22 воспитанницы; в 1831 г. – 28. В 1834 г. было 18 воспитанниц, из которых детей дворян – 15 человек, детей купцов – 2, иностранцев – 1.

Лучшим по постановке учебно-воспитательного дела был, по мнению местного общества и печати того времени, пансион «для благородных девиц» открытый немкой Ц.И. Депнер в 1830 г. и работавший в Воронеже более 50 лет [3, л.18]. Пансион состоял из трех классов и приготовительного отделения. Принимались девочки от 7 до 13 лет и распределялись по классам в зависимости от знаний, показанных на экзамене. Прием в классы проходил в августе, т.е. перед началом занятий, а в приготовительный – в течение всего учебного года [1, л.297]. Преподавались следующие предметы: закон Божий, русский язык, арифметика, география, история, французский и немецкий языки, рисование, каллиграфия, музыка, танцы и рукоделие [1, л.66 об.]. Плата за обучение и содержание пансионерки за 1 год была 200 руб. серебром, половина которых вносилась в начале каждого полугодия. Ученицы, находившиеся не на полном содержании (полупансионерки), платили по 150 руб. серебром за год. Полупансионерка приезжала в пансион в 8 часов утра и оставалась до 6 часов вечера. Не желающие обучаться музыке платили: пансионерка – 150 руб. серебром, полупансионерка – 100 руб. серебром за год. Преподаваемый в пансионе учебный курс соответствовал программе уездного училища. Учителей в пансион приглашали из губернской гимназии и кадетского корпуса. Все учителя пансиона имели право преподавать и «предметы преподавали успешно» [2, л.19].

Воронежская дирекция училищ контролировала деятельность пансиона. Когда приезжали из Харькова ревизоры в губернскую гимназию, то посещали и пансион. В 1844 г. помощник попечителя Харьковского учебного округа,

осматривавший этот пансион отмечал, что «опрятности и чистоты как в доме, так и в одежде воспитанниц незаметно. Всех пансионерок 29. Успехи их вообще в некоторых предметах неудовлетворительные» [3, л.9]. Видимо, замечания проверяющего не прошли незамеченными и уже в 1848 г. инспектор Воронежской гимназии в рапорте об испытаниях в частном пансионе Депнер писал: «Ответы девиц по предметам наук им преподаваемым удовлетворительны. Преподавание закона Божьего, географии, французского, немецкого и русского языков и арифметики идет вообще успешно. Содержательница пансиона, госпожа Депнер обладает знаниями многих наук» [1, л.49 об.].

З. Котлярова вспоминала: «Хорошо выдержавшим экзамены ученицам давались в награду похвальные листы и книги». Но наряду с этим «многие девицы оставались в одном классе по два и по три года, но это не мешало им в свое время получать свидетельства об успешном окончании курса» [4].

В пансионе обучались преимущественно девицы дворянского сословия. Так, в 1834 г. детей дворян было 20 человек, детей купцов – 4, иностранцев – 3 [1, л.66 об.]. В январе 1836 г. в рапорте директору З.И. Трояновскому Ц.И. Депнер докладывала, что все воспитанницы в ее пансионе «греко-российского вероисповедания, а звания исключительно одной купеческой и дворянского» [1, л.21]. В 1857 г. в этом учебном заведении обучалось 44 воспитанницы, из которых 37 «полных пансионерок», а остальные приходящие.

А.В. Мешальской был открыт в 1851 г. пансион благородных девиц [3, л.18]. Состоял он из трех классов и приготовительного отделения. В нем преподавались следующие предметы: закон Божий, русский язык, арифметика, история, география, французский и немецкий языки, рисование, чистописание, музыка, танцы, рукоделие. По своему объему учебный курс частного пансиона Мешальской соответствовал уездному училищу. Работали в этом пансионе «учителя казенных учебных заведений города» [1, л.2]. Принимали девочек от 7 до 13 лет, которые могли быть пансионерками, живущими в пансионе, или полупансионерками, приходящими для учения. В 1857 г. в нем обучалось 34 воспитанницы, из которых 22 полные пансионерки, а остальные приходящие из дома родителей [3, л.18]. Плата за полное содержание с обучением музыке была 200 руб. серебром, а без нее – 150 руб. серебром за 1 год. За полупансионерку платили 100 руб. серебром.

Во всех названных частных пансионах предоставление постели, одежды, обуви, книг, нот, бумаги и других письменных принадлежностей относилось к обязанности родителей. Кроме того, каждая пансионерка должна была иметь при поступлении в пансион столовый прибор, состоящий из столовой серебряной ложки, ножа и вилки, скатерти и шести салфеток. Все это оставалось в пользу содержательницы пансиона после окончания обучения пансионерки.

Таким образом, воспитанницы частных пансионов были, в основном, происхождения дворянского и купеческого. Женское образование в пансионах приобретало постепенно общеобразовательный, гуманитарный характер. Главным в нем было изучение иностранных языков и приобщение к искусствам. В результате многие женщины из привилегированного общества оказались гораздо

более начитанными, чем их современники - мужчины. Отношение к этим пансионам воронежского общества и печати было различно, смотря по тому, с какой точки зрения оценивали их деятельность. Пока речь шла о том, насколько успешно выполняли пансионы свои функции в пределах принятых на себя задач, отношение это было вполне благожелательным. В «Воронежских губернских ведомостях» за 1861 г. автор статьи о воронежских пансионах писал: «Смело и утвердительно говорим, что образование в наших пансионах не только что удовлетворяет, но даже превосходит все ожидания. По всем вообще предметам наук девицы оказали самые блестящие успехи, хотя нужно заметить, что экзамены производились очень строго». Но как только вопрос касался оценки деятельности пансионов на предмет их соответствия требованиям времени, взглядам демократической общественности на задачи женского воспитания и образования, то в печати критиковался «ветхий дух пансионерства».

Даже провинциальный консерватизм стал меняться. К середине XIX в. наблюдается рост образовательных идеалов и активности воронежского общества. Женское образование в частных пансионах было ограниченным, имело много недостатков, оно все больше не удовлетворяло женщин, стремившихся к широкому кругу знаний, к общественной деятельности.

К концу 50-х гг. XIX в. у воронежцев сформировалось уже понимание необходимости открытия в городе таких женских учебных заведений, которые приближались бы по характеру и уровню образования к гимназиям. В «Воронежских губернских ведомостях» за 1861 г. №2 в статье «Об участии преподавателей в учреждении женской гимназии» воронежский публицист М.М. Скиада писал: «Ожидаем от женских гимназий: 1) нового направления в воспитании женщин, т.е. воспитания, чуждого легкости, прежней мишуры, назначенного преимущественно развить понятия о необходимости основательных познаний для всех (не исключая женщин), о необходимости для каждого (не исключая женщин) трудиться по мере сил, о необходимости исполнять всякие обязанности (существующие и для женщин) и другие, подобные, слабо развитые в прекрасном поле; 2) ожидаем, с некоторым изменением идей, господствующих между женщинами, движения вперед и в мужском населении, которое во многом (даже в очень многом) зависит от женского...». Отсюда понятна та поспешность, то воодушевление, с каким местное общество приступило к осуществлению идеи открытия в Воронеже женского училища 1-го разряда.

Насколько велико было это стремление общественности можно судить по тому факту, что многие преподаватели местных мужских учебных заведений и лица способные вести преподавание в средних учебных заведениях, по призыву воронежского публициста М.М. Скиады, изъявили согласие давать бесплатно уроки в проектируемом женском учебном заведении, «в видах скорейшего разрешения вопроса об его открытии и сокращения расходов на его содержание в виду недостаточности собранных на это дело сумм и некоторой неустойчивости источников на его содержание». А воронежское дворянство решило отчислять на нужды будущей женской гимназии по  $\frac{1}{4}$  коп.

Не менее яркой иллюстрацией этого расположения местного общества к созданию нового женского учебного заведения является и то, что, когда 30 мая 1858 г. было утверждено «Положение о женских училищах ведомства Министерства народного просвещения», согласно которому эти учебные заведения должны были содержаться преимущественно на средства общественности, благотворительных организаций и частных лиц, получая денежные субсидии от правительства лишь в отдельных случаях, то «по вызову местного начальства, дворянство и купечество нашей губернии изъявило готовность пожертвовать довольно значительную сумму на устройство этого училища; затем несколько особ высшего круга, посредством благородного спектакля, лотереи и других подобных предприятий, пополнило эту сумму» [6]. Открытое 26 августа 1861 г. в Воронеже женское училище 1-го разряда, подобно большинству существовавших тогда женских учебных заведений в стране, обязано исключительно частной инициативе. Произошла эволюция провинциального консерватизма относительно содержания и значения женского образования.

Реформа женского образования встретила не только поддержку общества, но и сопротивление со стороны представителей консервативных кругов, полагавших, что старая система закрытых сословных воспитательных учреждений обеспечивает родителям «уверенность, что дочери их будут встречаться в школе с равными им и что на их успехи, приемы, поведение и манеры будет обращено особое внимание» [5].

Это стремление к сословности отразилось и на новых женских гимназиях. Воронежское женское училище 1-го разряда оказалось не для всех доступным, как по размерам платы за право учения, так равно и по объему учебного курса (6 лет). Женские училища, как и частные пансионы, правда, каждый на своем уровне, преследовали одну и ту же цель: «сообщить ученицам то религиозное, нравственное и умственное образование, которого должно требовать от каждой женщины, в особенности же от будущей матери семейства» [7] и не более того.

#### Список литературы

1. Государственный архив Воронежской области (далее ГАВО). Ф.64. Оп.1. Д.46, 60, 55, 66, 101, 9, 131
2. ГАВО. Ф.64. Оп.2. Д.43
3. Российский государственный исторический архив. Ф.733. Оп.50. Д.1002.
4. Котлярова З. Из воспоминаний бывшей пансионерки/ З. Котлярова // Памятная книжка Воронежской губернии на 1914 год. – Воронеж, 1914. – Отд. IV - С.112
5. Лихачева Е. Материалы для истории женского образования в России. 1850-1880./ Е. Лихачева. – Т.IV. СПб., 1901. – С.10.
6. Памятная книжка Воронежской губернии на 1914 год. – Воронеж, 1914. – Отд. IV - С. 4.
7. Сборник постановлений по Министерству народного просвещения. – Т.I-II. – СПб., 1865. – Изд. 2. – СПб., 1875. – С.268.

## **ДЕМОГРАФИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ В РОССИИ. ИСТОРИЧЕСКИЙ АСПЕКТ**

### **DEMOGRAPHIC PROBLEMS IN RUSSIA. HISTORICAL ASPECT**

Ключевые слова: демография, сельское население, крестьяне, женщины, мужчины, экономика.

Аннотация: в статье характеризуются демографические проблемы пореформенной России на примере Воронежской губернии

Key words: demography, rural population, peasants, women, men, economics.

Annotation: this paper summarizes key problems in demography in post-reform Russia on the example of the Voronezh province.

В современной России актуальны демографические проблемы, которые пытаются изменить повышением рождаемости в стране. Можно ли решить столь сложную задачу, используя только данный путь. В этом контексте посмотрим на исторический опыт.

Шестидесятые годы XIX столетия являлись переломным периодом в истории России. Страна вступила на путь интенсивного развития капитализма, ломки патриархальных устоев русской жизни, всей системы традиций, отношений, ценностей и норм поведения.

После падения крепостного права Воронежская губерния представляла собой одну из самых отсталых губерний черноземного центра России, с ярко выраженным прогрессирующим обнищанием деревни и высоким уровнем смертности сельского населения. В 1860 г. население Воронежской губернии составляло 1971786 чел.: мужчин 975269 или 49,4% и женщин 996517 или 50,6%. С 1874 г., когда была введена всеобщая воинская повинность, подавляющая часть воинского сословия перешла в разряд крестьянского. И это не только отставные солдаты, но также их жены и дети. Общий пророст населения за 1877 г составил 1,2%. Умерло 80382 чел., из них 41071 мужчин и 39311 женщины. В среднем по всей России смертность составляла 38 чел. на 1000 населения. Например, в Воронежской губернии в слободе Ровеньки Россошанского уезда смертность в 1894 г. составляла 57 человек на тысячу населения, рождаемость – 36 человек. В 1895 г. смертность составила уже 73 человека на тысячу населения. Слобода не вымерла полностью только благодаря высокой рождаемости, которая в среднем за 1893-1901 гг. достигла 56 чел. на тысячу населения.

С 1888 по 1896 гг. в Европейской России естественный прирост населения составил 14 чел., притом, что на каждые 47 рождений в среднем приходилось 33

смерти. По Воронежской губернии за этот же период времени на каждые 100 чел. населения приходилось 6 родившихся и 5 умерших, а показатель естественного прироста составил - 1. С 1897 г. начинает повышаться прирост населения, но происходит он на фоне увеличения смертности. За период с 1897 по 1903 гг. на 48 рождений в среднем приходилось 31 смерть, прирост населения составлял 17 чел. [1]. К 1 января 1899 г. население губернии насчитывало 2638472 чел. Естественный прирост населения составил 62516 чел. (32632 – мужчины, 29884 – женщины). Эти показатели превышали 1898 г. на 2,3% или 23697 чел. По Воронежской губернии в 1903 г. на 58 рождений приходилось 31 смерть.

1905 г. при общей численности населения в 3178652 чел. родилось 170441 и умерло 111833 чел. Причем повышенная смертность наблюдалась в сельской местности. За 1905 г. в уездных городах на каждые 2511 мужчин умерло 2025, на каждые 2318 женщин - 1798, то есть на 4829 рождений пришлось 3823 смерти. В уездах на каждые 84763 мужского населения умерло 54790 чел., на 80849 женского населения - 53220, или на 165612 родившихся, умерло 108010 [2]. С каждым годом увеличивается численность населения, его прирост, но возрастает и смертность. Так, согласно данным врачебных управ, в Воронежской губернии в 1909 г, несмотря на большую рождаемость, происходила убыль населения – на 2747 родившихся пришлось 2837 умерших, таким образом получился отрицательный прирост – 90 чел. Снижаются показатели прироста населения во всей Европейской России. Если в 1907 г. на каждые 54 рождения, в среднем приходилось 31 смерть, прирост составлял показатель 23, то уже к 1909 г. на каждые 49 смертей приходилось 37 рождений, а показатель естественного прироста опустился до 12. В 1910 г. население Воронежской губернии составляло уже 3389248 чел., то есть за 50 лет увеличилось на 72%, а к 1911 г. – уже 3521712 чел., причем смертность оставалась на повышенном уровне. В том же году на 105129 рожденных пришлось умершими 176888 чел. В 1912 г. в Воронежской губернии был самый большой показатель прироста сельского населения из – за повышения рождаемости – 18. К концу исследуемого периода в 1913 г. население Воронежской губернии составило 3702589 чел. Количество родившихся мужского пола равнялось 89859, а женского – 85451 жителей. Вследствие увеличения смертности прирост населения снизился на 13981 чел.[3]. На каждую тысячу населения в среднем по Воронежской губернии умирало 33 чел., тогда как по Европейской России этот показатель составлял - 27. Наивысшая смертность населения наблюдалась в 1896 г., 1902 г. и 1905 г., когда из 1000 жителей умирало до 43 чел., при средней смертности в 34 чел., причем в эти же годы падала и рождаемость. За период с 1896 по 1901 гг., в губернии на каждые 55 родившихся, в среднем приходилось – 36 умершими. Для сравнения, по Европейской России, в среднем за период с 1897 по 1901 гг. на каждые 50 родившихся насчитывалось 30 умерших. На каждую тысячу населения не дожив до 1 года, умирал в среднем 275 младенец. В Воронежской губернии за этот же период – 53 рождения на 37 смертей. В 1902 г. по Воронежской губернии на 125361 жителей, было зарегистрировано 4888 рождений и 3741 смерть. Причем на 2492 мужчины пришлось 1957 умершими, а на 2396 женщин – 1784 смерти [4].

Самая низкая смертность населения наблюдалась в 1904 г., 1906 г., 1907 г., а повышенная рождаемость - до 62 человек на каждую 1000 населения в 1897 г. и 1903 г. До 1910 г., за исключением 1892 г., средний прирост населения составил 21 чел. на 1000 населения, с отклонениями до 12 и 29 чел. в отдельные годы.

Активно происходили процессы миграции населения. Причем количество выселений намного превосходило число переселенцев в Воронежскую губернию – 161 против 1204 чел. Результаты сельскохозяйственной всероссийской переписи 1916 г. - это 2983102 чел. Губернский статистический комитет в 1916 г. не учитывал при переписи многочисленных переселенцев в Воронежскую губернию беженцев и военнопленных, а также население городов. По отношению к общему числу жителей Европейской России, население Воронежской губернии составляло: в 1897 г. – 2,7%; в 1905 г. – 2,8%; в 1915 г. – 2,8%. Из 97 губерний и областей, входивших в состав Европейской России, по абсолютной численности населения Воронежская губерния, как по переписи 1897 г., так и по позднейшим данным, занимала лидирующее место. Распределение населения по уездам Воронежской губернии было неравномерным.

Если не принимать во внимание Царства Польского, которое выделялось по плотности населения среди многих западноевропейских государств, то Воронежская губерния занимала 16 место среди других губерний и областей России. На каждую версту приходилось по 40 человек. Высокая плотность населения Воронежской губернии находилась в зависимости от благоприятных естественно – исторических условий, от преобладания черноземных почв.

Половой состав населения губернии по данным различных переписей выглядел следующим образом. На 1000 мужчин приходилось женщин:

1897 г.	1026 (в уездах)	993 (в городах)	1022 (в среднем)
1905 г.	1008	1007	1008
1910 г.	1002	1022	1003

Таким образом, виден незначительный перевес женского населения над мужским в губернии. Половина населения губернии состояла из лиц младшей возрастной группы - 0-19 лет. Среди городского населения увеличивается доля лиц старшей возрастной группы. Соотношение младшего возраста в городах и селах соотносилось как 41% и 49% [5]. В уездах преобладало женское население 20-29 лет – 17% против 15 % в городах. А в городах преобладало мужское население возрастной группы 20-29 лет – 20% против 17 % в уездах. Неурожаи 1891 г., 1892 г. и совпавшие с теми же годами эпидемии цинги и холеры повлияли на значительное повышение смертности. Если рассматривать это десятилетие (1883 -1892 гг.), то можно отметить, что в первые его четыре года заметно преобладание женского пола над мужским, а в последующие шесть лет – преобладание мужского. Так в 1883 г. мужчин было на 18911 чел. меньше чем женщин,

- в 1884 г. – на 12155 чел. меньше,
- в 1886 г. – на 6272 чел. меньше,
- в 1887 г. мужчин стало больше на 9691 чел.,
- в 1888 г. – на 4590 чел.,

в 1889 г. – на 12860 чел.,

в 1890 г. – на 22866 чел.,

в 1891 г. – на 13876 чел.,

в 1892 г. – на 11574 чел.

К 1894 г. численность женского населения по всем уездам губернии значительно уступала мужскому. На 1368210 мужского населения пришлось 71050 родившимися и 53385 умершими, а на 1347496 женского населения эти показатели составили – 68372 и 52153 [6].

Тенденция к сокращению женского населения губернии просматривается и в последующие годы. В 1897 г. в группе мужского населения на 80011 рождений пришлось 48888 смерти, а у женщин эти показатели составили 75972 на 46444 чел. А в 1898 г. на 73974 рождений мужского населения насчитывалось 54187 смерти, у женщин эти показатели были меньше и составили – 71033 рождений на 51991 смерти.

Статистикой установлено, что мальчиков рождалось больше чем девочек. С 1883 г. по 1892 г. на 1000 чел. женского пола родилось 1045 чел. мужского. Причем наибольшее число мужчин - 1058 родилось в 1887 г., а наименьшее - 1028 в - 1884 г. В первый период (четыре года) на 100 заключенных браков приходилось 286 детей мужского пола и 276 – женского, смертей мужского пола – 196 и женского – 189. Во второй период (шесть лет) на такое же количество браков приходилось 286 мальчиков и 274 девочки, смертей – 229 мужского и 225 женского пола. Таким образом, мальчиков в первый период рождалось на 10 чел. больше и умирало на 7 чел. больше, а во второй период их родилось уже на 12 чел. больше, чем девочек, а смертность снизилась – на 4 чел. В последние шесть лет увеличилась женская смертность.

Таким образом, на фоне значительного роста общей смертности населения, было снижение смертности мужчин и повышение женской смертности. Из - за этого население мужского пола, уступавшее по численности женскому, стало преобладать в 90-х гг. XIX в.

По данным всеобщей переписи 28 января 1897 г. население Воронежской губернии составило: 85092 мужчин и 84500 женщины [7]. В 1903 г. общее число населения губернии - 3313544 чел., из которого женское население - 1641678 чел., а мужское – 1671866 чел. Несмотря на то, что смертность в женской группе была выше, в этой же группе была выше и рождаемость. Повышенная женская смертность компенсировалась такой же рождаемостью.

Известный русский демограф П.И. Куркин в начале XX в. писал: «Существующий в данное время уровень рождаемости чрезмерно далеко отстоит от той ее нормы, при которой наибольший прирост населения достигается с наименьшими потерями, неизбежными в деле производства потомства. Наоборот, потери так велики, что при самом широком производстве получается совершенно малый прирост.

Поэтому есть полное основание утверждать, что при улучшении экономических, гигиенических и других условий у нас в России, скорее всего, должно привести к понижению рождаемости населения, к достижению той его

наиболее полезной нормы, которая обеспечила бы как удовлетворительный прирост, так и сохранение бесполезно растрачиваемых в настоящее время производительных сил населения и создание более крепкого и жизнеспособного потомства» [8].

Рабочий возраст населения составлял 20-60 лет. В общем, по губернии, работоспособным считалось лишь 44% населения от всего числа жителей, понижаясь по губернии до 43% и повышаясь в городах до 51%. Этот процент совпадал с установленной по Европейской России величиной в 44%. При этом перевес в численности приходился на мужское население, которое в уездах составило - 43%, а в городах - 51% от общего числа мужчин. Среди женского населения - 45% в уездах и 49% в городах. Лиц не способных к труду в губернии по переписи 1897 г. насчитывалось 7% от всего населения. Ведущими статистиками России профессорами А.И. Чупровым и Ю.Э. Янсоном были определены основные стадии человеческой жизни:

1-я группа – до 15 лет – нерабочий возраст.

2-я группа – 15-20 лет – полурабочий.

3-я группа – 20-60 лет – рабочий.

4-я группа – 60-70 лет – полурабочий.

5-я группа - свыше 70 лет – нерабочий.

За 25 лет, начиная с 1870 г. в Воронежской губернии увеличивалось малоземелье. Вследствие естественного прироста населения и низкой степени земледельческой культуры, появилось экстенсивное хозяйство с хроническими неурожаями. Со времени X ревизии 1858 г. к 1898 г. наблюдается численное сокращение женщин. Демографический фактор зависел также от бытовых, правовых особенностей жизни крестьян того или другого разряда. Во Франции, к примеру, на 1000 населения приходилось 102 человека в возрасте старше 60 лет, а в Норвегии – 90, а в Воронежской губернии - 40. Как видно из приведенных данных, крестьянское население в возрасте старше 60 лет было очень малочисленным для губернии. Можно сделать вывод о невысокой продолжительности жизни в губернии, и в большей мере это касалось женщин. В старшей возрастной группе преобладало мужское население, что доказывает факт меньшей продолжительности жизни женского. Женское население начинало уступать по численности мужскому, в возрастной группе с 25 лет. Также мы можем констатировать незначительное, но преимущество мужского населения в возрастной группе до 6 лет.

В то время как для Европейской России в среднем на каждую 1000 населения приходилось 152 ребенка в возрасте до 6 лет., во Франции – 93, в Германии – 129, в Швейцарии – 119. Воронежская губерния отличалась малым количеством женщин в возрасте старше 60 лет. В среднем по Европейской России на каждую 1000 населения приходилось 59 женщин старше 60 лет, в Норвегии - это количество составляло 90 человек, во Франции – 102, в Швейцарии – 88. Например, с момента проведения X переписи населения в 1858 г. к 1886 г. прирост женского населения по Задонскому и Землянскому уездов составил 30%, тогда как

прирост мужской части населения за тот же промежуток времени равнялся 42% в среднем.

Статистику рождаемости и смертности наглядно демонстрируют метрические записи, которые велись духовенством, но особенно точными мы можем назвать лишь записи о браках и рождаемости. Что же касается смертности, то в метрике не вносились мертворожденные и умершие до крещения дети, а также не всегда вносились крещенные, но умершие через несколько дней дети. Неточности допускались в записях о возрасте умерших. Возраст записывался со слов родственников умерших, а крестьяне привыкли округлять цифры, чтобы на конце стояла «5» или «0».

При массовом подсчете оказывалось, что лиц умерших, например, в возрасте от 55 или 60 больше, чем лиц промежуточного возраста – 53, 54, 61, 62 и т. д. Этими погрешностями отличалась не только российская статистика, но и западноевропейская.

Смертность сельского населения в период с 1885 г. по 1895 г. заметно усилилась. За первые пять лет указанного десятилетия, умерло 415443 чел. или приблизительно 34 чел. на каждую 1000 населения, а за второе пятилетие – 552580 чел. или 43 чел. на каждую тысячу населения, то есть смертность поднялась на 25%. На каждую тысячу населения умерло: 1883 г. - 39 чел.; 1884 г. – 31 чел.; 1885 г. – 33 чел.; 1886 г. – 33 чел.; 1887 г. – 35 чел.; 1888 г. – 34 чел.; 1889 г. – 40 чел.; 1890 г. – 40 чел.; 1891 г. – 44 чел.; 1892 г. - 57 чел.

Естественный прирост населения Воронежской губернии на 1000 жителей с 1896 г. по 1901 г. в среднем составил 19,6. За этот же период показатель среднего естественного прироста по Европейской России на 1000 жителей равнялся 15,8. Естественный прирост населения в Воронежской губернии был выше уровня в Европейской части России. Мужское крестьянское население в возрастной группе старше 60 лет значительно преобладало над женским, а смертность в возрастной группе 18 - 60 лет была гораздо выше у женской части населения губернии.

В России традиционные нормы демографического поведения были согласованы с условиями крестьянской жизни и составляли неотъемлемую часть системы культурных норм и ценностей, регламентировавших все стороны поведения крестьян, а, значит, практически почти всего населения страны. Россия была страной очень высокой рождаемости.

Санитарный аспект социально – экономического положения сельского населения и состояние окружающей среды становятся одним из основополагающих факторов народонаселения всей страны. Только за счет неумелого руководства медико-санитарным делом ежегодно пореформенная Россия теряла более 3 млн. чел.

#### Список источников и литературы

1. Отчет о состоянии народного здоровья и организации врачебной помощи в России за 1903 г.- СПб., 1905 - 388 с.- С.3-4
2. Отчет о состоянии народного здоровья и организации врачебной помощи в России за 1905 год. – СПб., 1907.- 481 с.- С.2

3. Памятная книжка Воронежской губернии на 1915 год. - Воронеж, 1915.- 643 с.- С.38
4. Отчет о состоянии народного здоровья и организации врачебной помощи в России за 1902 г. – СПб., 1904. - 225 с.- С.2
5. Статистико – экономический словарь Воронежской губернии / Под ред. Ф.К. Рындина. – Воронеж, 1921.- 726 с.- С.336-338
6. Памятная книжка Воронежской губернии на 1878 – 1879 год. - Воронеж, 1879. - 224 с.- С.42
7. Памятная книжка Воронежской губернии на 1906 год. - Воронеж, 1906. - 403 с.- С.98
8. Вишневский А.Г. Ранние этапы становления нового типа рождаемости в России /А.Г. Вишневский// Брачность, рождаемость, смертность в России и СССР/ Под ред. А.Г. Вишневского. - М.: Статистика, 1977. - С.106

© Мескина О.А., 2019

УДК 94(47).07.08

**Магдалинина М.А.**

студентка СКД автомобильно -  
транспортного института (г. Воронеж)

**Magdalinina M.A.**

student of Socio-cultural activity the  
Automobile Transport Institute  
(Voronezh)

**Кораблина Л.Н.**

кандидат исторических наук, доцент  
автомобильно-транспортного  
института (г. Воронеж)

**Korablina L.N.**

candidate of historical sciences, associate  
professor of the automobile and transport  
institute (Voronezh)

## **ИСТОКИ ВОЗНИКНОВЕНИЯ И ПЕРИОД СТАНОВЛЕНИЯ ВОРОНЕЖСКОГО ДРАМАТИЧЕСКОГО ТЕАТРА КАК СОЦИАЛЬНО- КУЛЬТУРНОГО ЯВЛЕНИЯ РУССКОЙ ПРОВИНЦИИ**

### **THE ORIGIN OF BEGINNING AND THE PERIOD OF MAKING OF VORONEZH DRAMA THEATRE AS THE SOCIO-CULTURAL PHENOMENON OF RUSSIAN PROVINCE**

Ключевые слова: театр, репертуар, провинция, история.

Аннотация: в статье рассматривается период возникновения и становления театра в Воронеже.

Key words: theatre, repertoire, province, history.

Annotation: this article looks at the period of beginning and making of the theatre in Voronezh.

Появление и расцвет театра в Воронеже уходит корнями в Екатерининскую эпоху. В 1775 году императрица произвела административную реформу, объединив ряд губерний в наместничества, поставив во главе их наиболее умных, деятельных, честолюбивых исполнителей, многие из которых уже проявили себя на государственной службе. Назначив наместников, Екатерина II велела им открывать в губерниях театры и народные училища. Воронежский наместник, генерал – губернатор Василий Алексеевич Чертков, прибыл в город в 1782 году. Он окончил Сухопутный Шляхетный корпус в Петербурге. Это заведение

готовило из дворянских детей будущих офицеров, военачальников. Но также это было гнездо, из которого вырос первый русский театр. С 1752 года в корпусе обучался театральному мастерству Фёдор Волков, основавший в 1750 году Ярославский театр. С 1747 года в кадетском корпусе существовал театр, где преподавателем и режиссёром был первый русский драматург А.П. Сумароков. В.А. Чертков, обучаясь в столице, имея возможность видеть лучшие постановки европейских и русских авторов, был писателем, переводчиком французских пьес. Помимо Черткова росту просвещения в Воронежской губернии способствовала деятельность губернатора Фёдора Пушкина, родственника Александра Сергеевича Пушкина. В 1785 году в Воронеже открывается народное училище, а в 1798 году была учреждена губернская типография. В 1787 году в Воронеже возникает театр. «В доме генерал – губернатора, совсем новом, построенном лишь в 1782 году, во всю высоту его двух этажей оборудуется зал. Известно также размещение мест для зрителей - два яруса лож, партер и парадиз (то есть галёрка). Если к этому прибавить «богатые декорации» и приличное освещение», то факты, касающиеся благоустройства воронежского театра в самую начальную пору, будут, пожалуй, исчерпаны» [1, с. 11-12].

Посещение театра было бесплатным, познакомиться с драматическим искусством можно было по пригласительным билетам. Роли исполняли дети наместника и «дилетанты из высшего круга». Это был дворянский «благородный», любительский театр и по подбору актёров, и по характеру подготовки спектаклей. Е.А. Болховитинов – митрополит Киевский и Галицкий, историк, археограф, а в то время префект Воронежской духовной семинарии в письме своему московскому издателю С.И. Селивановскому от 29 сентября 1792 года писал: «За новости московские покорно благодарствую; в Воронеже новизна та, что театр с воскресенья до воскресенья всё лучше становится, и Болховитинов не упускает ни одного спектакля» [7].

«Благородный» театр просуществовал до конца 90-х годов XVIII века. На смену ему пришёл «публичный», то есть общедоступный театр, в который мог попасть горожанин любого сословия, купив билет. Воронежский театр в эти годы переживал процесс превращения из любительского театра в профессиональный театр с труппой, существующей на чисто деловых, коммерческих началах. Губернские «Ведомости» середины XIX столетия сохранили «Воспоминания сторожила о Воронежском театре»: «...при губернаторе Пушкине прибыл в Воронеж бывший прежде на московской сцене, превосходный комический актёр Петров с женою и небольшою труппою странствующих актёров; заезжие гости открыли, наконец, театральные представления, которых так давно ждала публика. В этот вечер поставлена была опера Аблесимова «Мельник, колдун, обманщик и сват». С этого времени продолжались представления в театре. Желая удовлетворить требованию образованной публики, дирекция выписала знаменитого в то время актёра Бобровского, имевшего диплом на звание содержателя театра...» [2].

13 ноября 1802 года по пьесе местного драматурга А. Элина была поставлена комедия «И ошибка кстати». Репертуар первого театрального сезона

был обширен. Играли трагедии Сумарокова, немецкие и французские пьесы, мещанские драмы, комические оперы, социальную сатиру – «Мещанин во дворянстве» Мольера и «Школу злословия» Шеридана.

Воронеж стал чуть ли не первым провинциальным городом, имевшим «вольную» труппу, состоявшую из отпущенных на волю крепостных актёров и так называемых «охотников» - неудавшихся мелких чиновников или выгнанных за пьянство служителей церкви. Среди них попадались и совсем неграмотные люди, особенно женщины. Поэтому в основном работали «под суфлёра», на подготовку спектакля отводилась всего неделя. Такая ситуация сложилась после побега из города антрепренёра Петрова. Его исчезновение с деньгами товарищей и кредиторов послужило толчком к созданию постоянной дирекции театра «под главным надзором» вице – губернатора А.С. Кологривова.

Воронежский театр всегда отличался от других периферийных театров обилием актёрских талантов, блиставших на воронежской сцене. Это и актриса Пелагея Гавриловна Лыкова, про успех которой на губернской сцене писал М.С. Щепкин, и Л.И. Острякова, начавшая свою карьеру на воронежской сцене в конце 20-х годов и спустя несколько лет приобретшая общероссийскую славу. В истории русского провинциального театра первой половины XIX века она известна как «госпожа Млотковская», самая талантливая исполнительница роли Офелии. О ней написаны воспоминания и книги. Ей посвящал стихи Алексей Кольцов.

Репертуар театра той поры насчитывал тридцать семь названий. В основном это были драмы и комедии, но были и сатирические произведения. Публике предлагались к просмотру «Мещанин во дворянстве» Ж.Б. Мольера, «Школа злословия» Р.Б. Шеридана, «Хвастун» Я.Б. Княжнина. Состав труппы и репертуар свидетельствовали о стремлении приблизиться к столичному уровню драматического искусства. В этих стремлениях большая роль принадлежала прежде всего драматургу А.М. Элину и «распорядителю» театра В.Р. Бобровскому. Их прошлое было связано с Петербургом и Москвой, а творческие искания привели к созданию первой профессиональной труппы, сменившей «благородных» любителей. Этот период продлился двенадцать лет и завершился концом показа спектаклей в старом наместническом доме.

В 1820 году на пересечении улиц Большой Дворянской и Садовой (ныне проспект Революции и улица Карла Маркса) началось строительство театрального здания. В 1886 году оно было перестроено по проекту М.Н. Чичагова, известного зданием театра в Самаре и театра Корша в Москве и получило название Зимнего театра. Несостоятельность антрепренёров той поры, финансовый крах, который нередко постигал частные труппы, привёл к серьёзным размышлениям на рубеже 1830 – 1840 годов о создании дирекции, которая должна руководить театром. В её состав предполагалось включать крупных помещиков и первых лиц губернской администрации.

О качествах директора, необходимых для грамотного управления ещё в 1824 году писал русский драматург, театральный критик, историк театра Ф.А. Кони: «Я думаю, в целом мире нет труднее, многосложнее, замысловатее управления большим театром. Хороший директор театра стоит доброго министра. Его

изучению и управлению подлежат и внутренняя и внешняя часть театра: артисты и публика. Для этого человека нужны только: сила душевная, долготерпение камня, пронизательность базилика, предвидение календаря, заботливость крота, трудолюбие пчелы, крепость дуба, расторопность кузнечика и любовь к искусству чуть ли не безумная. Вот почему в целом мире считают так мало хороших директоров» [4, с. 6].

Такой руководитель в Воронеже нашёлся. Николай Иванович Тулинов (1810-1854гг.) - действительный статский советник, губернский предводитель дворянства, любитель искусства. Он был известен в городе щедрой благотворительностью, на его средства в 1843 году отремонтировали здание театра. Он материально поддерживал гастроли театральных трупп, способствовал прибытию в Воронеж великих мастеров русской сцены: М.С. Щепкина, П.С. Мочалова. «Одной из причин неоднократных приездов Щепкина и Мочалова на гастроли в Воронеж было то, что в Воронежском театре они находили достаточно сильный актёрский коллектив, с которым можно сыграть любую пьесу их репертуара. Были здесь и зрители, способные оценить их искусство. Следует отметить, что в отличие от других провинциальных актёров, редко задерживающихся в городе больше одного сезона, многие участники воронежской труппы работали здесь по несколько лет, в том числе – артисты Мочалова – Франциева, Мочалова, Ленская, Борисов, Васильев, Шван и другие» [3, с. 6]. Слабой стороной Н.И. Тулинова стала репертуарная политика. В основном, это были комедии и водевили. При «сильной» труппе это было явное его упущение. Зато на постановку оперы А.Н. Верстовского «Вадим, или пробуждение двенадцати спящих дев» была потрачена фантастическая для театра в провинции сумма – 16 тысяч рублей. Однако, несмотря на все минусы в руководстве, этот период вошёл в историю как насыщенный зрительским вниманием. После окончания срока пребывания Тулинова на этой должности, с весны 1845 года, театр перестаёт вызывать интерес у горожан.

С середины 50-х годов XIX века на русской сцене начинается период драматурга А.Н. Островского, пьесы которого стала активно ставить русская провинция. Воронеж не только не был исключением, но и по праву стал считаться Домом Островского на периферии. Практически все пьесы драматурга, начиная с середины 50-х годов и в течении двух десятилетий, вслед за Малым театром, тотчас же ставились на воронежской сцене. В этом есть заслуга актёра труппы И.В. Колюбакина – горячего поклонника творчества Александра Николаевича.

60-е годы были периодом «взлёта» театра. Он пришёлся на директорство губернатора графа Дмитрия Толстого и триумф пьес Островского на воронежской сцене. Так в сезон 1863 – 1864 годов в репертуаре было десять пьес автора. В мае 1860 года великий актёр Александринского театра А.Е. Мартынов вместе с А.Н. Островским прибывают в Воронеж. Губернатор Д. Толстой, он же главный директор театра, заявил драматургу во время одного из торжественных приёмов, что знает его пьесы наизусть, не пропускает ни одной и подсказывает актёрам, когда те соврут. В те майские вечера на сцене нашего театра А.Е. Мартынов с большим успехом играл роль Тихона в «Грозе». В мае 1862 года Воронеж

посещает актёр Малого театра С.В. Шумский, любимый ученик М.С. Щепкина. Он покоряет публику в роли Жадова в пьесе А.Н. Островского «Доходное место».

В 70-80 годы театр находился в частных руках антрепренёров и не в лучшей форме. Театральную жизнь Воронежа последних десятилетий XIX века оживляли гастроли великих актёров Александринского и Малого театров. В.Н. Давыдов провёл в Воронеже сезоны 1875 – 1876 годов и весенний сезон 1877 года. При этом он пользовался правом выбора любых ролей и пьес. В 70-е годы на нашей сцене блистал В.П. Далматов, запомнившийся исполнением роли Чацкого в «Горе от ума» А.С. Грибоедова. В летнем сезоне 1878 года событием театральной жизни города стали гастроли Гликерии Федотовой, актрисы Малого театра, исполнительницы роли Катерины в «Грозе» и Лидии в «Бешенных деньгах» А.Н. Островского. Во второй половине 70-х годов в труппе служил под псевдонимом Сологуб молодой В.А. Гиляровский, позже известный московский писатель и журналист. В 1887 году гастролеровала знаменитая актриса Александринского театра М.Г. Савина, одна из лучших исполнительниц в пьесах Н.В. Гоголя, И.С. Тургенева, А.Н. Островского. Вместе с ней выступал А.П. Ленский, актёр Малого театра, исполнитель ролей Гамлета, Фамусова. М.Н. Ермолова дважды посетила Воронеж в 1879 и 1890 годах. Она играла Катерину в «Грозе» А.Н. Островского и Марию Стюарт в одноимённой пьесе Ф. Шиллера. В 1892 году город посетил А.П. Чехов вместе с издателем газеты «Новое время» А.С. Сувориным. На воронежской сцене шёл его водевиль «Медведь». В 1895 году из Малого театра приезжал А.И. Сумбатов – Южин, жена которого имела в Землянском уезде небольшое поместье. Это А.И. Южин заметил любителя А.А. Пожарова, чертёжника железнодорожных мастерских, и предложил ему ехать в Москву учиться. Так начался творческий путь, впоследствии Народного артиста СССР, А.А. Остужева.

С 1899 по 1904 годы в Воронеже держал антрепризу человек с университетским образованием, имеющий вкус к театру. А.А. Линтварёв был актёром и режиссёром одновременно. Сняв в аренду здание Зимнего театра (арендная плата составила 8 тысяч рублей – прим. авт.) он произвёл в нём ремонт, модернизировал освещение, привёл в порядок фасад, повесил своеобразный занавес. На нём изображалась улица с фасадом зданий и рекламными вывесками воронежских магазинов. Также он поднял стоимость билетов в Зимнем театре, снизив цену на билеты в других летних театрах – в Городском саду и саду «Эрмитаж», которые он также брал в аренду. Билет на галёрку стоил 15 коп., первый ряд партера – 90 коп. А.А. Линтварёв не сомневался, что публика, которой «по карману» Зимний театр, пойдет в Летний и своей многочисленностью возместит потерянное. «Деловая осмотрительность, умение считать копейку вызвали разное отношение любителей театра. Для кого – то Линтварёв – «кулак», «сквалыга», во всём видевший прежде всего коммерческий интерес. Но никто не выказывал сомнений в его порядочности, так сказать, внутри труппы. Причитающееся жалование все получали сполна и вовремя. А на рубеже веков в крепких, стабильно действовавших театрах оклады лучших артистов доходили порой до 500 – 600, а иной раз даже до тысячи рублей в месяц – суммы по тем временам совершенно фантастические. Маленький актёр на выходные роли, и тот

получал 25 – 50 рублей, при том, что в Воронеже комнату с питанием в пансионате можно было снять за 15 рублей. Но платить меньше – значило довольствоваться худшим и тем самым ставить под сомнение успех «дела». А на это Линтварёв пойти не мог» [1, с. 108].

Резко отрицательно высказывался по поводу института бенефисов А.Н. Островский: «Ради экономии театральное начальство вместо денежной прибавки к жалованию второстепенных и третьестепенных артистов и служащих при театре стало давать или четвертные бенефисы, то есть  $\frac{1}{4}$  бенефиса. При таких порядках число бенефисов в Москве зашло за 30; бенефициантами являлись кроме артистов, помощники режиссёров, суфлёры и старший плотник. Такими  $\frac{1}{4}$  бенефисами экономическая цель достигается: театр берёт  $\frac{3}{4}$  сбора, не платит поспектакльной платы артистам и автору и, кроме того, часть расходов вычитают с бенефицианта, так что бенефисный спектакль для театра выгоднее, чем так называемый казённый. Тут одно только неудобство, на которое дирекция, к сожалению, не обращает внимания: а именно, такие бенефисы наполняют и без того огромный сезонный репертуар пьесами сомнительного достоинства, так как предполагать изящный вкус в суфлёрах и плотниках нет достаточного основания» [6, с. 144-145].

Реформа 1882 года заменила систему выплат твёрдым окладом, тем самым упразднив сначала контрактные бенефисы, а затем и наградные. Государство начало контролировать организационные, финансовые и творческие процессы, происходившие в театрах. Существуют работы В.П. Погожева, управляющего петербургской конторой императорских театров в 1882 – 1896 годах, с 1887 по 1917 годы – управляющего делами дирекции императорских театров. В них автор систематизировал значительный документальный материал по управлению императорскими театрами. Все сферы театрального дела в то время регулировала дирекция: определяла репертуар, формировала труппу, управляла репетиционным процессом, распределяла финансовые средства, организовывала материально – техническую базу и т. д. Консерватизм царских чиновников во многом тормозил развитие русского драматического искусства. «Пожалуй, первый в России документ, который содержит сведения об организации творческого процесса, появился в 1783 году. Это был период резкого роста расходов на содержание труппы и оформление спектаклей, ежегодное количество которых умножалось. В указе об образовании специального комитета Екатерина II называла причины, вызвавшие его необходимость: постоянное увеличение расходов дирекции, и, кроме того, «во всех почти зрелищах, несмотря на столь знатное для них иждивение, видимы были недостатки» [5, с. 83].

Специальным комитетом были разработаны «Узаконения для принадлежащих к придворному театру», в которых регламентировался порядок подготовки спектакля. На него отводилось три репетиции, которым предшествовало разучивание ролей. На разучивание главной роли давалось три недели, второстепенной – десять дней. Ведущие актёры режиссировали спектакли, всем исполнителям полагалось иметь собственные костюмы. В 1800 году впервые были установлены сроки планирования репертуара. Он планировался на год в

период великого поста. С 1804 года пьеса вносилась в репертуар только после одобрения цензурой. После этого производился предварительный расчёт средств, планируемых затратить на постановки. «Все спектакли были поделены на три группы: стоимостью до 2 тысяч рублей, от 2 до 5 тысяч и выше 5 тысяч. В первом случае постановка сразу включалась в репертуарный план, во втором – требовалось обосновать зрительский (а следовательно, финансовый) её успех, в третьем – необходимо было «высочайшее разрешение». Так впервые появилось условие предварительного определения трудоёмкости новой постановки, ибо без проекта оформления нельзя было составить смету и выяснить сумму расходов на его изготовление» [5, с. 85].

Далее назначался срок выпуска спектакля, который мог быть нарушен только ввиду болезни актёра, если его было невозможно заменить. Автор пьесы самостоятельно распределял роли, устраивал пробы. В переводных пьесах эту обязанность на себя брал помощник директора по репертуарной части. Декорации, в основном заимствованные из предыдущих постановок, должны были быть готовыми к генеральной репетиции. Костюмы подавались к часу дня в день премьеры. На генеральной репетиции директором или его помощником осуществлялась приёмка спектакля, часто с требованием его доработки.

В начале 1825 года князем А.А. Шаховским были разработаны «Постановления», в которых уточнялись формы и методы управления, структура труппы, принципы подготовки нового репертуара. Одним из важных нововведений было требование намечать репертуар так, чтобы обеспечить равномерную занятость всех актёров труппы. Также было увеличено количество репетиций, одна из которых выделялась на попытку играть без суфлёра. На генеральную репетицию стали приглашать любителей театра для оценки художественной ценности спектакля. Однако при всех плюсах существования казённых театров их статус придворного учреждения зачастую мешал организации творческого процесса. Частыми были отмены или замены по причине дней рождения, кончин многочисленных членов царской семьи, приезда «высоких иностранных гостей». Только четверть репертуара состояла из лучших пьес русских и зарубежных авторов. И тем не менее то, что полностью не удалось осуществить в практике императорских театров нашло своё развитие в структуре организации и системе управления современного театра, а именно «идея перспективного планирования, принцип взаимосвязи долгосрочных и краткосрочных планов, их иерархия, формы и методы работ различных подразделений театра. Принцип равномерной загрузки творческих и производственных частей» [5, с. 94].

Таким образом, в исследуемый период были заложены основы и принципы существования театрального искусства в России. Повсеместное появление «благородных» театров свидетельствовало о повышенной потребности населения получать «пищу для ума и сердца». Открытие в 1787 году театра в Воронеже явилось мощным толчком в развитии театрального искусства в провинции и оказало благотворное влияние на формирование культурной жизни города.

## Список литературы

1. Анчиполовский З.Я. Кольцовский академический / З.Я. Анчиполовский. – Воронеж: Центр духовного возрождения Чернозёмного края, 2002. – 384 с.
2. Воронежские губернские ведомости. – 1849. - №48.
3. Данилов Н. 150 лет Воронежского государственного драматического театра (1802 – 1952) / Н. Данилов. – Воронеж: Воронежское обл. кн. изд-во, 1953. – 48 с.
4. Кони Ф.А. Материалы к прохождению техникума административными работниками театра / Ф.А. Кони. – М.: Наркомпрос РСФСР. Управление театрами, 1935. – Вып. 2. - 35с.
5. Орлов Ю.М. Из истории планирования в театре / Ю.М. Орлов // Экономика и организация театра: сб. – Л.: Искусство, 1976. – Вып. 4. – С. 81-94.
6. Островский А.Н. О причинах упадка драматического театра в Москве / А.Н. Островский // Собр. соч.: в 10 т. – М.: Гос. изд-во художественной литературы, 1960. – Т. 10. – С. 189-224.
7. Письма Е.А. Болховитинова к С.И. Селивановскому // Библиографические записки. – 1859. - №3. – С. 67.

© Магдалинина М.А., Кораблина Л.Н., 2019

УДК 355.23:[378.147:5]

**Мокшин Д.А.**

сержант ФГКВОУ ВПО «Военный учебно-научный центр Военно-воздушных сил «Военно-воздушная академия им. проф. Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина» г. Воронеж, РФ

**Зенин В.Л.**

кандидат технических наук, доцент кафедры «Общепрофессиональных дисциплин» ФГКВОУ ВПО «Военный учебно-научный центр Военно-воздушных сил «Военно-воздушная академия им. проф. Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина» г. Воронеж, РФ

**Mokshin D. A.**

sergeant Military educational-scientific center of air force «The air force academy named after professor N.E. Zhukovsky and Y.A. Gagarin» (Voronezh), Russian Federation

**Zenin V.L.**

candidate of technical Sciences, associate professor of general professional disciplines FSOMEI HE «Military Educational and Scientific Centre of the Air Force N.E. Zhukovsky and Y.A. Gagarin Air Force Academy» (Voronezh) the Ministry of Defence of the Russian Federation

## **АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ПРИ ПОДГОТОВКЕ СПЕЦИАЛИСТОВ В ПРОЦЕССЕ ПРЕПОДАВАНИЯ ЕСТЕСТВЕННОНАУЧНЫХ ДИСЦИПЛИН**

### **ACTUAL PROBLEMS OF TRAINING SPECIALISTS IN THE TEACHING OF NATURAL SCIENCES**

Ключевые слова: адаптация к обучению, формирование мотивации, естественнонаучные дисциплины.

Аннотация: в статье раскрываются проблемы и методики преподавания естественнонаучных дисциплин.

Keywords: independent work of cadets, formation of motivation, disciplines of the professional cycle.

Summary: adaptation to training, formation of motivation, natural science disciplines.

В связи с тем, что большая часть естественнонаучных (ЕН) дисциплин изучается на 1-2 курсах, преподаватели данного профиля в основном работают со вчерашними школьниками, которым только предстоит усвоить новые методики проведения занятий, новые требования, осознать необходимость работы в компьютерных классах и с научной литературой.

Известно, что процесс адаптации к обучению в Вузе довольно сложный и болезненный. Часто его называют проблемой первокурсника, по некоторым источникам, он завершается только к концу третьего курса [1, 2].

Основными проблемами перехода от средней школы к высшей являются:

1) адаптация и приобретение новых качеств: самостоятельность, инициативность, умение взять на себя ответственность;

2) с каждым годом сокращаются аудиторские часы отводимые на изучение дисциплины, следовательно увеличение объема знаний получаемых в рамках самоподготовки, что ведет к снижению уровня усвоения материала;

3) медленное, постепенное увеличение доли задач, предполагающих сложные мыслительные операции, продуктивное мышление и самостоятельную деятельность на начальном этапе обучения;

4) неумение и нежелание самостоятельно работать. В 19 веке В. Латышев (методист) сказал, что надо обучать не знаниям, а мышлению [3];

5) отсутствие навыков и мотивации работы с литературой[4];

6) технический прогресс требует овладение информационными технологиями (ИТ), без которых затруднена работа с большими потоками информации, что требует освоение техники. Этому нельзя научиться за 4 дня перед экзаменом. К сожалению, современный абитуриент психологически не готов к неоднократному еженедельному повторению каких-то действий для закрепления навыков;

7) по некоторым дисциплинам обучаемые не видят сфер их применения и воспринимают их как разминку для ума, для формирования логического мышления, что ведет к снижению мотивации изучения данного материала.

Основной задачей высшей школы является дальнейшее развитие школьной компетенции “научить учиться” в частности самостоятельно, и направлена на освоение на её основе ряда компетенций цикла естественнонаучных дисциплин.

Для успешной реализации компетенций по каждой дисциплине необходимо активное внедрение и использование в учебном процессе в зависимости от способностей обучаемых следующих активных методов ведения занятий:

1 проблемно-развивающего обучения;

2 опорных конспектов;

3 интерактивного.

А также их интеграции (комбинации) и реализации см. таблицу 1.

Необходимо активно применять в учебном процессе выше перечисленные методы, с целью повышения усвоения материала в процессе обучения, а также развития личности.

Преподавание предметов естественно-научного цикла ведется таким образом, что изучаемые курсы в последнее время не согласованы друг с другом, нарушена последовательность изучения курсов дисциплин, по-разному трактуют одни и те же явления, одной из причин этого является использование программы антиплагиат, что приводит к перефразированию одной и той же информации другими словами, что не формирует единого подхода к изучению естественно-научного дисциплин. Другая низкий уровень подготовки специалистов. Фрагментарность знаний в процессе обучения не ведет к формированию единой картины знаний будущего специалиста. А без целостности знаний нет целостности восприятия окружающей действительности.

Дисциплины естественно-научного цикла неразрывны, так как изучают практически одни и те же явления, процессы и законы, а интеграция предметов создает условия для формирования целостного представления о закономерностях.

Таблица 1 – Методики преподавания учебных дисциплин

Современные формы и активные методы обучения	Методика реализации на занятии
Метод проблемно-развивающего обучения	Объяснение учебного материала с демонстрацией наглядных образцов; создание проблемных ситуаций и показ путей их разрешения. Постановка задачи и побуждение к самостоятельному её решению
Метод опорных конспектов	Использование раздаточного материала для каждого обучаемого в совокупности с использованием презентаций
Интерактивный метод, «интеллектуальная разминка»	Проведение занятия, использование компьютерной тестирующей системы
Метод проблемно-развивающего обучения, «интеллектуальная разминка»	Проведение занятия, организация работы обучаемых по разработанному алгоритму, контроль и оценка по результатам деятельности
Интерактивный метод, метод проблемно-развивающего обучения	Демонстрация динамических моделей устройств, объяснение учебного материала с демонстрацией наглядных образцов, создание проблемных ситуаций и показ путей их разрешения.
Метод проблемно-развивающего обучения, интерактивный метод	Постановка задачи и побуждение к самостоятельному её решению, компьютерное моделирование устройств

Основной задачей обучения является интеграция знаний, которая может быть достигнута лишь при объединении знаний из разных предметов и направлена на рассмотрение и решение какой-либо пограничной проблемы с разных сторон, что позволяет наиболее эффективно формировать и развивать универсальные способность субъекта к саморазвитию и самосовершенствованию путем

сознательного и активного приобретения нового опыта. Необходимость интегрированного обучения вызвана, заметным снижением интереса учащихся к предметам естественно-научного цикла, что во многом связано с нарушением классической последовательности изучения дисциплин.

Интегрированный подход способствует осуществлению компетентностного подхода в изучении дисциплин естественно-научного цикла, развивает потенциал обучаемых, побуждает к активному познанию новой информации, к осмыслению и нахождению причинно-следственных связей, к развитию логики, мышлению, коммуникативных способностей. В большей степени, чем обычно, помогает формированию и развитию универсальных знаний.

Функции универсальных учебных действий включают:

1 ставить цели, искать и использовать необходимые средства и способы их достижения,

2 контролировать и оценивать процесс и результаты деятельности;

3 создание условий для гармоничного развития личности и ее самореализации на основе готовности к непрерывному образованию, необходимость которого обусловлена поликультурностью общества и высокой профессиональной мобильностью;

4 обеспечение успешного усвоения знаний, умений и навыков и формирование компетентностей в любой предметной области.

С практической точки зрения интеграция предполагает усиление предметных связей, снижение перегрузок обучаемого, расширение сферы получаемой информации, подкрепление мотивации обучения.

Интеграция предметов естественно-научного цикла в современном вузе позволяет наиболее эффективно организовать учебную деятельность и создать условия для формирования универсальных учебных действий на разных этапах обучения: на уровне целей, мотивов, рефлексии.

Для проверки усвоения пройденного материала необходимо проведение рубежного контроля в конце каждой темы в виде контрольных работ, тестов и т.д.

Результаты рубежного контроля по темам, показывают эффективность применения тех или иных методик при проведении занятий, и можно оценить динамику усвоения материала.

Для лучшего усвоения материала рекомендуется выдача заданий на самостоятельную работу до проведения занятия по данной теме и закрепление изученного материала непосредственно при проведении занятия.

Очень действенным средством для получения мобильного, креативного человека, умеющего мыслить нестандартно и постоянно работать над своим образованием является метод проектов, в частности курсовых.

Как показала практика, проектная деятельность обучаемого легко организуется в условиях самоподготовки.

Основной задачей обучаемого является выработка индивидуального пути освоения и применения знаний. Активная умственная деятельность в своём процессе рождает и внутреннюю мотивацию, и отношение к учению, к общению в коллективе, к преподавателю, отчего часто зависят и результаты обучения.

Плодотворное взаимодействие обучаемого и преподавателя имеет большее значение. Психолог и педагог Л.С. Выготский говорил, что преподаватель «не должен, подобно рикше, тащить на себе весь воспитательный процесс. Он должен быть организатором социальной воспитательной среды, регулятором и контролером взаимодействия.» [5, С.194]. В зарубежной дидактике принято понятие «средо-ориентированного обучения» - обучения посредством особой «обучающей среды» как совокупности системных формирующих влияний предметной, социальной и информационной сред. Средо-ориентированный подход в обучении позволяет перенести акцент в деятельности преподавателя с активного педагогического воздействия на личность обучаемого в области формирования «обучающей среды», в которой происходит его самообучение и саморазвитие. При такой организации образования включаются механизмы внутренней активности обучаемого в его взаимодействиях со средой. Такое взаимодействие приводит к самоизменению субъекта учения, и, по образному сравнению, обучаемый уподобляется не рулевому, идущему заданным курсом, а капитану, самостоятельно прокладывающему курс и определяющему содержание целей обучения. [3].

В контексте этих подходов можно предложить при ЕН кафедрах организовать в рамках самоподготовки дополнительную работу с теми, кто не справляется с программой (по результатам рубежной успеваемости). Применять опережающее самостоятельное обучение в виде доступа на компьютерах всем желающим к электронным учебным курсам, к практическим работам и методическим разработкам. Также существенно усиливает мотивацию модульно-рейтинговая система, позволяя учащимся с одной стороны, сдавать теоретический материал небольшими квантами по мере изучения, с другой - ежедневно оценивать свой рейтинг по предмету, сравнивая собственные достижения с общими успехами группы.

Решая проблемы обучения, очень важно слышать мнение обучаемых и уметь вести с ними диалог.

Возвращаясь к теме кризиса общей культуры в России, хочется еще раз подчеркнуть, что главной целью и смыслом образования является именно воспроизводство и передача будущим поколениям знаний и основных культурных ценностей, и «с этой точки зрения представляется, что национальной идеей, поисками которой так озабочена современная Россия, могла бы стать поддержка и развитие образования во всех её формах» [5].

Новые образовательные стандарты, обозначив требования к образовательным результатам, предоставляют почву для новых идей и новых творческих находок.

#### Список литературы

1. Жамкочьян М.С. Социально-психологическая типология мотивации студентов / Психологические проблемы трудовой подготовки учащихся. Психология и высшая школа. Тез. докл. к VII съезду Общества психологов СССР. М.: 1989. С. 112-113.

2. Зотов А.Ф., Купцов В.И., Розин В.М., Марков А.Р., Шикин Е.В., Царев В.Г., Огурцов А.П. "Образование в конце XX века ("материалы" круглого стола)" - "Вопросы философии". 1992. N 9.
3. Ляудис В.Я. Формирование учебной деятельности студентов: М., 1989. – 240 с.
4. Электронный ресурс: <http://www.levada.ru>
5. Вересов Н., Мельников А. Образование и культура: нереальные цели и реальные ценности [Электронный ресурс]. <http://bim-bad.reability.ru/working/rekomenduyu-horoshie-teksty-druzei/n-veresov-a-melnikov-obrazovanie-i-kultura/>

© Мокшин Д.А., Зенин В.Л., 2019

УДК 37.013/ ББК 74

**Мун О.А.**

старший преподаватель,  
автомобильно-транспортный  
институт (г. Воронеж)

**Колдин А.Г.**

студент автомобильно-транспортного  
института (г. Воронеж)

Mun O.A.

senior lecturer, automotive transport  
institute (Voronezh)

Koldin A.G.

student of the Automobile Transport  
Institute (Voronezh)

## **СОВРЕМЕННЫЕ СПОСОБЫ ПОЛУЧЕНИЯ ИНФОРМАЦИИ КАК СРЕДСТВО ОПТИМИЗАЦИИ ПРОЦЕССА ОБУЧЕНИЯ ИНОСТРАННОМУ ЯЗЫКУ**

### **MODERN METHODS OF OBTAINING INFORMATION IN THE OPTIMIZATION OF THE PROCESS OF STUDYING FOREIGN LANGUAGES**

Ключевые слова: процесс обучения, средства обучения, методы обучения, уровень подготовки специалистов.

Аннотация: В статье рассматриваются вопросы обучения иностранному языку в условиях требований мирового рынка. Роль современных способов получения информации в процессе обучения. Важность актуальной информации.

Keywords: learning process, teaching aids, teaching methods, level of specialist training.

Summary: The article considers the issues of teaching a foreign language conditions of world market requirements. The role of modern ways of obtaining information in learning process and the importance of reliable information.

Процесс обучения иностранному (английскому) языку на современном этапе решает не только задачи развития и воспитания личности, но и обеспечение правильности и системности знаний учащихся. Его стоит рассматривать в соответствии с современными требованиями в мире в целом и в сфере профессионального образования в частности. Так потребность адаптации системы высшего образования к социально-экономическим потребностям общества налицо. Общепринятый факт, что владение иностранным (английским) языком является неотъемлемым условием успешности и конкурентоспособности современного специалиста на рынке труда.

Использование иностранного (английского) языка в профессиональных целях стало необходимостью для специалистов различных специальностей. А особенно тех, чья деятельность связана напрямую с мировым рынком. В действительности, мы можем утверждать, что уровень и качество подготовки специалистов не всегда отвечает предъявляемым требованиям.

В свою очередь, требования на мирового рынка и стремление нашей страны полностью интегрироваться в мировое сообщество в качестве равноправного участника диктуют перейти от простого принятия этого утверждения к его полному принятию и реализации.

Технический прогресс даёт нам возможность расширить методы и способы реализации учебного процесса, повысить его эффективность. Если ещё недавно, компьютер был одним из главных технических средств повышения мотивации учащихся в решении учебных задач за счет новизны и соответственно активного вовлечения учащихся в учебный процесс. То сейчас немаловажным фактом является «современность» этого компьютера, его технические возможности. Уже не достаточно того, что программные средства являются мощным средством обучения для учителя, облегчающим процесс создания учебного материала (например, позволяют снять с учителя самую трудоемкую работу, в тренировочных упражнениях, при которых компьютер сам контролирует и требует повторения заданий до тех пор, пока показатели обучаемого не будут максимально приближены к требуемым).

Наряду с этим возникает и насущная необходимость оптимизации процесса обучения и со стороны студента. Ещё недавно возможность иметь учебные издания с графическим, аудио или видео сопровождением на электронных носителях – были существенным критерием в оценке современности метода, то сейчас, если и не утратил своей актуальности, то является уже обычным явлением. На первый план выходят средства, способы, скорость получения информации и оперативности её использования. В этой ситуации студент должен не только иметь современное средство коммуникации, но и умение им воспользоваться в учебном процессе. Соответственно первостепенной задачей преподавателя является, подобно ранним методическим рекомендациям по работе с учебником, обучение использованию современных средств и способов коммуникации.

Для эффективного применения компьютерных коммуникаций педагогу необходимо ориентироваться в соответствующих средствах и выборе программ, обеспечивающих взаимодействие субъектов образовательного процесса. Современному педагогу необходимо наличие особой коммуникативной компетенции, т.е. совокупности знаний, умений и личностных качеств, позволяющих строить эффективное взаимодействие в электронной среде с другими субъектами, непосредственно участвующими в педагогическом процессе.

Мультимедийные средства выгодно отличаются от обычных книг еще одним важным свойством – интерактивностью: вы задаете вопрос – получаете ответ, компьютер задает вопрос – вы даете ответ, при этом получаете результаты контроля вашего ответа и рекомендации по исправлению в случае ошибки. В учебном процессе могут быть использованы как готовые мультимедийные

средства, так и разработанными самими учителями. И в том и в другом случае – это результат длительной совместной работы учителя, являющегося экспертом по содержанию, специалистов по информатике, соединяющих в себе качества художника-дизайнера, режиссера-постановщика, знающих все технические возможности компьютерных средств, а также и психолога, консультирующего о психологических возможностях будущего пользователя.

Очень важно научиться дифференцировать актуальную (достоверную) исходную информацию для использования и нахождения правильного решения. В противном случае, даже применив правильный алгоритм действия, можно получить некорректный результат.

В сфере образования все большую нишу занимает дистанционное обучение, постепенно наращивая свой потенциал. Это обусловлено тем, что в современном обществе важными критериями эффективности получения знаний являются, экономия времени, гибкость и качество образования. Конечно, немаловажным, а иногда и первоочередным фактором является стоимость, которая почти всегда более привлекательна по отношению к классическому обучению.

При всех положительных преимуществах, у дистанционной системы образования есть и слабая сторона - общение и обратная связь. Большинство систем создавались не с целью обучения, а самообразования обучаемых. Иными словами обучаемый (далее «студент») получает базис знаний в виде электронных книг, лабораторных практикумов и систем тестирования знаний. Это дает основу для дальнейшего самостоятельного изучения. Однако такой односторонний подход без диалога между преподавателем и студентами не дает возможности полноценно осваивать материал, обмениваться мнением и дополнять информацию. Решением такой проблемы являются средства коммуникаций.

Процесс обучения с применением мультимедийных и интерактивных технологий, как для получения знаний, так и для тестирования, делает систему дистанционного обучения увлекательной и эффективной, внося новизну и инновационный подход к преподаванию. Если ранее отмечалось отсутствие эмоционального контакта в процессе обучения, то сегодня, благодаря современным технологиям, данный пункт нивелируется. Кроме того, с психологической точки зрения, студенты могут ощущать себя более свободно, находясь в неформальной обстановке вне учебного заведения, свободно излагать и заранее формулировать свои мысли, не боясь быть неправильно воспринятыми. Независимость от времени и места является важным преимуществом.

Также, немало важную роль играет и недостаточная мотивация студентов к овладению иностранным языком. Мотивация, как известно, напрямую связана с эффективностью обучения. Любой познавательный процесс основывается на желании познания иноязычной культуры. Низкая мотивация к изучению иностранного языка во многом основывается на отрицательном опыте обучения ему на уровне среднего образования. Студенты, поступив в ВУЗ, часто не видят сферы применения иностранного языка в своей будущей профессии, так как просто еще не представляют своего профессионального будущего. Низкая мотивация к изучению иностранного языка также обусловлена ограниченностью

его применения в учебных, производственных, а также в реальных жизненных условиях. И здесь для вуза, для профильных кафедр и кафедр иностранных языков есть широкое поле деятельности в сфере налаживания международных образовательных и исследовательских контактов, совместных международных проектов, академических обменов в том числе с использованием современных средств коммуникации.

Совершенствование процесса обучения происходит на протяжении всей истории развития педагогики. Современные методы и средства обучения дают прекрасную возможность оптимизировать способы достижения желаемого результата в процессе обучения иностранному (английскому языку).

#### Список литературы

1. Батунова И. В. Современные педагогические технологии на уроках иностранного языка как важное условие повышения качества образовательного процесса // IV Международная научно-практическая конференция: Научные перспективы XXI века. Достижения и перспективы нового столетия – Новосибирск: Международный научный институт «EDUCATIO», 2014. – С. 126-128.

2. Горбунова Л. И., Субботина Е. А. Использование информационных технологий в процессе обучения // Молодой ученый. – 2013. – №4. – С. 544-547. – URL <https://moluch.ru/archive/51/6685/> (дата обращения: 03.06.2019).

3. Каршиев Х., Аминова Н. И. Электронные средства и методы обучения для повышения эффективности учебного процесса // Молодой ученый. – 2016. – №14. – С. 539-542. – URL <https://moluch.ru/archive/118/32333/> (дата обращения: 03.06.2019).

4. Мальцев А.О. Журнал Современные проблемы науки и образования. – 2009. – № 3 (приложение) – С. 10.

© Мун О.А., Колдин А.Г., 2019

УДК 658.562

**Нестеренко В.И.**

кандидат экономических наук, доцент  
автомобильно-транспортного института,  
г. Воронеж.

Nesterenko V.I.

Pf.D of Economics, Associate  
department of automobile and transport  
institute (Voronezh)

### **ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЯ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА – ЛОКОМОТИВА ЭКОНОМИКИ ЦЕНТРАЛЬНО – ЧЕРНОЗЕМНОГО РАЙОНА**

### **MAIN TRENDS OF DEVELOPMENT OF THE METALLURGICAL COMPLEX – A DRIVING FORCE OF THE CENTRAL BLACK EARTH ECONOMIC REGION**

Ключевые слова: Metallургический комплекс, черная индустрия, региональная экономика.

Аннотация: В статье изложены основные направления развития крупнейшего производителя стали в России Новолипецкого металлургического комбината и одного из крупнейших горно-металлургических холдингов России «Металлоинвест». Metallургический

комплекс Черноземья в первую очередь служит базой для развития машиностроения и металлообработки в регионе. Черная металлургия считается важнейшей отечественной экспортноориентированной отраслью, дающей около 20% валютной выручки страны. Особенно важен территориальный аспект значения черной металлургии как градообразующей отрасли.

Keywords: The metallurgical complex of the Black Earth Region, largest steel manufacturer economy, region economic.

Summary: The article describes the main trends of development of the Russia's largest steel manufacturer – Novolipetsk Steel (NLMK) – and one of the leading iron ore holdings in Russia – Metalloinvest. The metallurgical complex of the Black Earth Region of Russia is primarily a basis for development of machine building and metal processing in the region. The iron industry is considered the most important domestic export-oriented industry accounting for about 20% of the foreign currency receipts of the country. The geographical aspect of the role of the iron industry as an economic basis of town is of particular importance.

В Центрально Черноземном районе действуют крупные металлургические предприятия: Новолипецкий металлургический комбинат (Липецк), Оскольский электрометаллургический комбинат и Стойленский горно-обогатительный комбинат (оба – г. Старый Оскол Белгородской обл.), Михайловский (г. Железнодорожск, Курская обл.) и Лебединский (г. Губкин, Белгородская обл.) горно-обогатительные комбинаты.

Группа НЛМК - крупнейший производитель стали в России (по данным World Steel Association) и одна из самых эффективных металлургических компаний мира (по данным World Steel Dynamics). В 2016 году Группа НЛМК победила в номинации «Лидер стальной индустрии» (Industry Leadership Awards – Steel) в престижном конкурсе 2016 Platts Global Metals Awards. Группа НЛМК объединяет более 20 металлургических предприятий в 7 странах мира [1].

«Металлоинвест» — один из крупнейших горно-металлургических холдингов России. В его состав входят горнорудный дивизион (Лебединский и Михайловский горно-обогатительные комбинаты) и металлургический дивизион (Оскольский электрометаллургический комбинат и комбинат «Уральская сталь»). Также «Металлоинвесту» принадлежит металлургический завод Hamriyah Steel, расположенный в Объединённых Арабских Эмиратах [2].

По данным компании, «Металлоинвест» владеет крупнейшими в мире запасами железной руды, является крупнейшим производителем железорудного сырья в СНГ и входит в пятерку лидирующих неинтегрированных производителей в мире. Входящий в состав Холдинга Лебединский ГОК — единственный в Европе производитель горячебрикетированного железа (ГБЖ) — сырья для передовой технологии прямого восстановления железа.

Центрально-Черноземный экономический район имеет огромные залежи железорудных ресурсов. По величине запасов железных руд и технико-экономическим показателям их добычи железорудный бассейн Курской магнитной аномалии (КМА) имеет всероссийское значение [3].

Черная металлургия в первую очередь служит базой для развития машиностроения и металлообработки. Продукция черной металлургии находит применение практически во всех сферах современной экономики.

Черная металлургия считается важнейшей отечественной экспортноориентированной отраслью, дающей около 20% валютной выручки страны. Особенно важен территориальный аспект значения черной металлургии. Она является основой местных налоговых поступлений и крупным источником пополнения региональных бюджетов. В силу своего градообразующего характера, черная металлургия - один из важнейших факторов стабильности в регионах, она помогает решать многие социальные проблемы. Как правило, районы развития черной металлургии являются зоной повышенной экономической активности. С развитием черной металлургии в промышленном комплексе повысился удельный вес машиностроения, производства горно-рудного оборудования, паровых котлов, точного машиностроения, особенно приборостроения и электротехники. Машиностроение и металлообработка представлены предприятиями, производящими горные машины, станки, радиотехнические и электротехнические изделия.

Приказом Министерства промышленности и торговли России от 05.05.2014 N 839 "Об утверждении Стратегии развития черной металлургии России на 2014 - 2020 годы и на перспективу до 2030 года и Стратегии развития цветной металлургии России на 2014 - 2020 годы и на перспективу до 2030 года" определены направления развития черной металлургии на перспективу 2030 года. Объем инвестиций в создание и модернизацию производственных мощностей черной металлургии в 2014 - 2030 годах оценен в 2100 млрд рублей, а цветной металлургии - в 1250 млрд рублей [4].

Главной целью развития черной металлургии является удовлетворение спроса внутреннего и мирового рынков на металлопродукцию в необходимых номенклатуре, качестве и объемах. По результатам реализации стратегии развития черной металлургии ожидается в том числе увеличение объема производства готового проката к 2030 году против уровня 2012 года на 22 - 23 процента, а труб на 49 - 89 процентов, увеличение производительности труда в 1,2 - 1,3 раза [4].

В соответствии с контрольными цифрами Минпромторга в 2014 году Металлоинвест выработал стратегические цели и приоритеты для закрепления позиций в сегменте железорудной продукции. Одной из целей является эффективная разработка имеющихся железорудных месторождений [5].

Металлоинвест ориентируется на увеличение производства товарного ГБЖ, сохраняет и последовательно укрепляет лидирующие позиции на мировом рынке по данному виду продукции. В целях увеличения производства ГБЖ Компания реализует проект строительства ЦГБЖ-3 на Лебединском ГОКе и планирует модернизацию ЦГБЖ-2 с установкой дополнительного брикет-пресса [6].

В целях увеличения объема производства ПВЖ на ОЭМК осуществлена модернизация установки металлизации №2 и №3. В перспективе на комбинате планируются реконструкция установки металлизации №4. Второй целью стало увеличение маржинальности продаж. Гибкая логистическая цепочка (мультимодальные (суша-море) маршруты в Азию и Европу через порты Черного и Балтийского морей) позволяет Компании успешно конкурировать как с ведущими мировыми поставщиками, так и с местными производителями. Кроме

того, себестоимость производства окатышей и ГБЖ/ПВЖ на предприятиях Metalloinvesta значительно ниже себестоимости производства аналогичной продукции глобальными конкурентами Компании. Основными факторами, обуславливающими низкую себестоимость производства окатышей и ГБЖ/ПВЖ на предприятиях Metalloinvesta, являются: наличие значительной качественной ресурсной базы; разработка карьера собственными силами без привлечения третьих лиц; использование низкочатратной магнитной сепарации в качестве основного способа обогащения железной руды; «нулевые операционные издержки» на транспортировку железорудного концентрата с Лебединского ГОКа на ОЭМК по 26-километровому пульпопроводу; энергоэффективные технологии производства; наличие необходимой инфраструктуры (природный газ, электроэнергия, железные и автомобильные дороги и т.п.).

В соответствии с выше упомянутым приказом Минпромторга в 2014 г. был анонсирован новый этап развития Группы НЛМК. Стратегия Новолипецкого металлургического комбината до 2019 г. (или «Стратегия 2019») нацелена на раскрытие внутреннего потенциала Компании за счет повышения операционной эффективности производственной цепочки, усиления вертикальной интеграции в ключевых видах сырья, роста продаж продукции с высокой добавленной стоимостью, а также продолжения программ в области защиты окружающей среды, промышленной безопасности и развития человеческого капитала [8].

Целями «Стратегии 2019» являются достижение лидерства по эффективности производства, создание ресурсной базы мирового класса и достижение лидерства на стратегических рынках. Особое внимание в стратегии уделяется промышленной безопасности, устойчивому развитию и повышению качества человеческого капитала Группы. «Стратегия 2019» предусматривает общий объем инвестиций в развитие \$1,0 млрд и получение Группой дополнительных доходов в размере \$1,0 млрд в год [8].

Ключевой целью реализации «Стратегии 2019» является развитие Производственной системы НЛМК как единого бизнес процесса по достижению стратегических целей за счет оптимального использования материальных и интеллектуальных ресурсов Компании. Это собственная разработка, объединившая уникальную технологическую и интеллектуальную базу НЛМК, а также лучшие элементы и преимущества действующих систем ведущих промышленных компаний мира.

НЛМК как один из крупнейших поставщиков трансформаторного проката на мировой рынок плотно взаимодействует с ключевыми потребителями и внимательно отслеживает тенденции в данной отрасли.

#### Список литературы:

1. Официальный сайт Группы НЛМК [www.nlmk.com](http://www.nlmk.com).
2. Официальный сайт горно-металлургического холдинга «Металлоинвест» [www.metalloinvest.com/](http://www.metalloinvest.com/)
3. Размещение важнейших железнорудных месторождений - <http://dic.academic.ru/dic.nsf/ruwiki> (Дата обращения 15.05.2019)

4. Приказ Минпромторга России от 05.05.2014 N 839 "Об утверждении Стратегии развития черной металлургии России на 2014 - 2020 годы и на перспективу до 2030 года и Стратегии развития цветной металлургии России на 2014 - 2020 годы и на перспективу до 2030 года" [Электронный ресурс] - [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_165502/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_165502/) (Дата обращения 15.05.2019).

5. КосультантПлюс [Электронный ресурс] - <https://ru.wikipedia.org> – «Металлоинвест» (Дата обращения 22.09.2019)

6. КонсультантПлюс [Электронный ресурс] - <https://www.consultant.ru/law/hotdocs/35446.html> (Дата обращения 22.05.2019))

7. Официальный сайт центра раскрытия корпоративной информации. – URL: <http://www.e-disclosure.ru/poisk-po-kompaniyam>

8. Официальный сайт Новолипецкого металлургического комбината. – URL: <http://nlmk.com/ru/>

© Нестеренко В.И., 2019

УДК 658.562

**Нестеренко В.И.**

кандидат экономических наук, доцент  
автомобильно-транспортного института,  
г. Воронеж.

**Рагимова Н.Н.**

Кандидат технических наук, доцент  
автомобильно-транспортного института  
(г. Воронеж).

Nesterenko V.I.

Pf.D of Economics, Associate  
department of automobile and transport  
institute (Voronezh).

Ragimowa N.N.

Pf.D of technical sciences, Associate  
department of automobile and transport  
institute (Voronezh).

## **ИННОВАЦИОННОЕ РАЗВИТИЕ РЕГИОНОВ КАК ФАКТОР КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТИ РОССИИ В МИРОВОЙ ЭКОНОМИКЕ**

### **INNOVATIVE DEVELOPMENT OF REGIONS AS A FACTOR OF RUSSIA'S COMPETITIVENESS IN THE GLOBAL ECONOMY**

Ключевые слова: регион, экономика, инновации, инновационное развитие, система.

Аннотация: В статье описывается необходимость обеспечения экономически сбалансированного развития территории страны путем инновационного развития регионов.

Keywords: region, economy, innovations, innovative development, system.

Summary: The article describes the need to ensure economically balanced development of the country through innovative development of regions.

Россия ставит перед собой амбициозные, но достижимые цели долгосрочного развития – обеспечение высокого уровня благосостояния населения, закрепление геополитической роли страны как одного из глобальных лидеров, определяющих мировую политическую повестку дня. Единственным возможным способом достижения этих целей является переход экономики на инновационную социально-ориентированную модель развития. Это означает необходимость формирования экономики лидерства и инноваций [7].

Повышение уровня инновационного развития России и ее регионов определено одним из основных направлений государственной политики. Несмотря на то, что за последнее время был достигнут ряд положительных результатов (увеличено государственное финансирование науки, создана система институтов развития в сфере инноваций, формируются национальные исследовательские центры и инфраструктура поддержки инновационной деятельности), пока еще не удалось ни кардинально повысить инновационную активность хозяйствующих субъектов, ни создать в регионах конкурентную среду, стимулирующую использование инноваций.

В стратегическом документе «Инновационная Россия-2020» указана необходимость разработки региональных стратегий инновационного развития или разделов по инновациям в рамках стратегий социально-экономического развития субъектов РФ. Региональным органам власти рекомендуется осуществлять бюджетные расходы для стимулирования инновационной деятельности (в том числе в форме государственно-частного партнерства) или применять для этой цели инструменты налоговой политики. Так, инновационные компании, в зависимости от решения региональных властей, имеют возможность получать льготы по налогу на прибыль, на имущество организаций, или им может быть оказана поддержка через механизм инвестиционного налогового кредита [6].

Однако в большинстве своем перечисленные выше способы стимулирования инновационного развития экономики России являются инструментами, созданными на федеральном уровне. В настоящее время есть понимание, что без активного участия региональных органов власти и их заинтересованности в стимулировании инновационного развития реализация федеральных механизмов не может быть успешной. Для оценки усилий региональных властей по стимулированию инновационной деятельности необходим регулярный мониторинг инновационного развития регионов России. Данный инструмент позволил бы на качественном уровне осуществлять сравнение результатов инновационной политики субъекта РФ, как во времени, так и относительно усилий других регионов.

Региональная инновационная система представляет собой элементы национальной инновационной системы, локализованные на определенной территории. Можно сказать, что РИС состоит из ряда связанных компонентов, имеет границы или пределы, которые выделяют ее среди остального пространства. Составными частями РИС могут быть региональные институты и организации, относящиеся к инновационной сфере [2]. Отношения между ними должны быть системными и иметь определенную степень независимости. Региональные инновационные системы – это открытые несамодостаточные системы; значительная доля взаимозависимости проявляется в организациях и предприятиях региональной, национальной и международной инновационных систем. Роль РИС состоит в осуществлении сотрудничества в регионе при разработке и использовании знаний.

Набор элементов, входящих в состав РИС в отдельных регионах, различен. Ядром РИС может служить научно-исследовательский комплекс, генерирующий

инновации, высокотехнологичное производство, малые инновационные предприятия, формирующиеся вокруг исследовательских центров либо вокруг крупного высокотехнологичного производства, то есть возможны разные модели формирования РИС в зависимости от специфики инновационной сферы, структуры производства региона.

Министерство экономического развития РФ в рамках программы поддержки малых и средних предприятий осуществляет софинансирование создания в регионах таких элементов инновационной инфраструктуры, как центры кластерного развития, коллективного доступа к высокотехнологическому оборудованию, прототипирования и промышленного дизайна, инновационные бизнес-инкубаторы, а также иных объектов инновационной инфраструктуры. Также в России по инициативе федерального центра создаются технопарки в сфере высоких технологий, особые экономические зоны технико-внедренческого типа, нанотехнологические центры. Отдельно стоит выделить проект создания инновационного центра «Сколково», в котором статус резидентов могут получить инновационные компании из различных регионов страны [3].

Представленная далее система оценки инновационного развития регионов разрабатывалась для субъектов Российской Федерации. В качестве целей создания данного инструментария можно отметить следующие:

- оценка проводимой в субъекте РФ политики по стимулированию инновационной деятельности;
- определение группы регионов-лидеров по уровню инновационного развития;
- анализ факторов успеха отдельных регионов в сфере инновационной деятельности и распространение лучшей практики;
- использование результатов оценки инновационного развития субъектов РФ при распределении субсидий и дотаций из федерального бюджета.

Для количественной оценки уровня инновационной активности в регионах России рассчитывается индекс инновационного развития регионов (ИИРР), который состоит из трех блоков показателей, которым были присвоены различные весовые коэффициенты. Первый блок показателей отражает потенциал региона в создании инноваций (вес 20%), второй блок характеризует потенциал региона в коммерциализации инноваций (вес 30%) и третий блок показателей призван отражать результативность инновационной политики в регионе (вес 50%).

Первые два блока показателей содержат индикаторы, которые практически идентичны тем, что используются в международной практике для оценки инновационного развития стран и регионов. Третий блок показателей призван отразить российскую специфику инновационного развития, а именно, важную роль созданных институтов развития (ОАО «Роснано», Российская венчурная компания и другие), наличие регионов с высокой долей добывающих отраслей, значительную долю торговых предприятий в структуре МСП, сложности учета производительности труда в автономных округах. Использование выбранной системы весовых коэффициентов (20%–30%–50%) имеет свое обоснование. Третьему блоку присваивается вес 50%, поскольку он характеризует результаты

инновационной деятельности в регионе [5]. Вклад потенциала региона в создании и коммерциализации инноваций в инновационное развитие оценивается также на уровне 50%.

Потенциал региона в создании инноваций был сформирован в большинстве регионов в прошлом и поэтому не отражает сложившиеся на данный момент возможности региона по его использованию. В связи с этим потенциалу региона в создании инноваций присваивается меньший вес (20%), чем потенциалу региона в их коммерциализации (30%).

Результативность инновационной политики региональных органов власти можно косвенно оценить через базовые характеристики экономической среды: структуру отраслей региональной экономики, институциональную среду, динамику развития малого предпринимательства, в том числе и инновационного, темпы роста производительности труда в регионе [1]. Таким образом, критериями эффективной региональной инновационной политики являются: наличие в экономике региона конкурентоспособных инновационных проектов, благоприятной среды для развития бизнеса, в том числе и инновационного (что предполагает высокую степень конкуренции на региональных рынках), современной отраслевой структуры экономики региона со значительной долей высокотехнологичных секторов, а также постоянное повышение эффективности использования ресурсов (рост производительности труда и снижение затрат энергоресурсов).

Поскольку зарождающиеся инновационные проекты нуждаются в привлечении финансирования для своего развития, их экспертиза проводится потенциальными инвесторами. В условиях неразвитости венчурного финансирования в России, основными инвесторами выступают государственные фонды и компании. Поэтому отобранные для финансирования региональные инновационные проекты должны соответствовать минимальному набору требований. При этом важными характеристиками выступают как количество проектов (что отражает широту охвата населения инновационной деятельностью), так и их совокупный бюджет (что отражает масштаб инновационных проектов, их потенциальное влияние на экономику региона).

В условиях глобализации и международной конкуренции актуальность инновационного развития регионов продиктована не только внешними вызовами, но и внутренними проблемами, а именно необходимостью обеспечения экономически сбалансированного развития территории страны. Именно от инновационной активности и инновационной восприимчивости региональных экономик и отраслей зависит стратегическая конкурентоспособность России в мировой экономике.

#### Список литературы

1. Балацкий, Е. Инновационные и инвестиционные факторы эффективности / Е. Балацкий, А. Раптовский // Общество и экономика. – 2017. – №1. – С. 3-27.

2. Бортник И.М., Сенченя Г.И., Михеева Н.Н., Здунов А.А., Кадочников П.А., Сорокина А.В. Система оценки и мониторинга инновационного развития регионов России // Инновации. 2018. № 9 (167). С. 48–61.

3. Гневко, В.А. Региональные проблемы инновационного развития экономики / В.А. Гневко. – СПб.: ИУЭ, 2014. – 480 с.

4. Гулин, К.А. Проблемы развития сектора науки и инноваций в регионе / К.А. Гулин, И.А. Кондаков // Экономические и социальные перемены: факты, тенденции, прогноз. – 2018. – № 2. – С. 38-49.

5. Индикаторы инновационной деятельности. 2014: стат. сб. М.: НИУ «Высшая школа экономики», 2014. 472 с.

6. Михеева Н.Н. Инновационная политика в российских регионах // Новая экономика. Инновационный портрет России. М.: НП «Центр стратегического партнерства», 2016. С. 333–339.

7. Проект Инновационная Россия-2020 (Стратегия инновационного развития Российской Федерации до 2020 года), Правительство Российской Федерации, – М.: 2011. 148 с. [Электронный ресурс]: <http://cluster.hse.ru/cluster-policy/docs/%D0%98%D0%B.pdf>

8. Рейтинг инновационного развития субъектов Российской Федерации. Вып. 2 / под ред. Л.М. Гохберга. М.: НИУ «Высшая школа экономики», 2014. 88 с.

© Нестеренко В.И., Рагимова Н.Н., 2019

УДК 658.562

**Нестеренко В.И.**

кандидат экономических наук, доцент  
автомобильно-транспортного института,  
г. Воронеж.

Nesterenko V.I.

Pf.D of Economics, Associate,  
department of automobile and transport  
institute (Voronezh).

## **ОЦЕНКА ИННОВАЦИОННОГО РАЗВИТИЯ ВОРОНЕЖСКОЙ ОБЛАСТИ**

### **THE ASSESSMENT OF INNOVATIVE DEVELOPMENT OF THE VORONEZH REGION**

Ключевые слова: Воронежская область, регион, экономика, инновации, инновационное развитие, оценка.

Аннотация: В статье осуществляется анализ инновационного развития Воронежской области.

Keywords: Voronezh oblast, region, economy, innovations, innovation development, assessment.

Summary: The article is analyzed the innovative development of the Voronezh region.

Инновационное развитие в любой области его применения в настоящее время привлекает к себе все больший интерес. Роль инноваций в экономическом развитии регионов очень существенна: они позволяют увеличивать конечные производственные результаты, позволяет достигать высоких экономических и социальных результатов, которые возникают при эффективном взаимодействии всех участников инновационного процесса; они позволяют получать прямые и косвенные финансовые результаты от инновационной деятельности.

Важнейшей характеристикой состояния экономики в регионе является распределение хозяйствующих субъектов по отраслям и каждого направления отраслей в экономике. Данные по этим направлениям по Воронежской области на начало 2018 года представлены на рисунке 1.

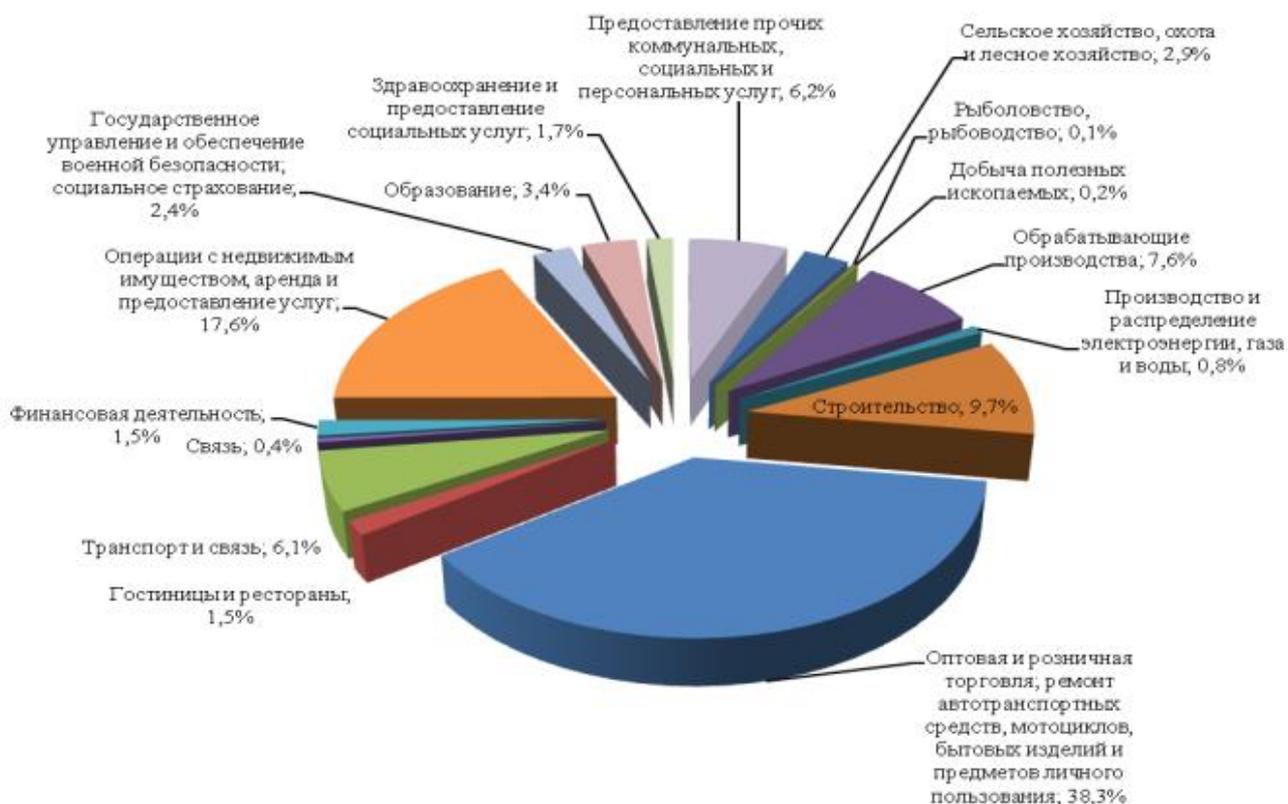


Рисунок 1 – Распределение предприятий Воронежской области, начало 2018 года [1]

Из рисунка 1 можно увидеть, что в общем числе организаций, действующих в Воронежской области по видам экономической деятельности в начале 2018 года самые большие доли занимают: оптовая и розничная торговля - более 38 % (для сравнения, в 2016 доля этого рынка была около 37 %), операции с недвижимым имуществом, арендой и предоставлением услуг – 17,6% (2016 году 17,6 %), строительство - 9,7 % (в 2016 году 9,5 %), обрабатывающие производства - 7,6 % (7,8 % в 2016 году). Таким образом, для воронежских локальных рынков характерно преобладание высокой доли организаций в сферах образования, здравоохранения, строительства и предоставления социальных услуг, нежели чем в среднем по России и даже по ЦФО.

По данным официального сайта государственной статистики, в 2018 году в Воронежской области зарегистрировано 115,6 тыс. хозяйствующих субъектов во всех сферах экономики. За отчетный год общее их количество увеличилось на 3,6 тыс. ед., или на 3,2%, при этом отмечен рост, как количества юридических лиц (103,2%), так и числа индивидуальных предпринимателей (103,3%) [2].

В 76 сегментах воронежских локальных рынков функционируют хозяйствующие субъекты, которые имеют долю на рынке от 65% и которые

оказывают решающее воздействие на общие условия обращения товаров в соответствующем экономическом секторе.

Важной чертой структуры экономики Воронежской области является доля негосударственной формы собственности на действующих предприятиях.

За 2018 год доля частных организаций в Воронежской области увеличилась на 1,5 % и составила 86,8 % (соответственно, доля государственной собственности снизилась на 1,5 %) [3]. Если сравнивать с данными в целом по России, то в целом по России также была тенденция к снижению доли организаций с государственной и муниципальной формами собственности, но динамика его была всего на 0,3 % вниз, а в среднем по ЦФО снижение составило 0,6 процентов.

Доля организаций частного бизнеса явно увеличилась в следующих отраслях:

- наибольший рост доли частных организаций на 3,6 % произошел на рынке услуг жилищно-коммунального хозяйства (электро-, газо-, тепло-, водоснабжения и водоотведения);

- далее, на 3% рост был в сегменте реализации программ медицинского страхования и на рынке социального обслуживания населения.

Самая низкая доля хозяйствующих субъектов негосударственной формы собственности присутствует на таких рынках товаров и услуг Воронежской области, как [4]:

- услуги социального обслуживания населения Воронежской области;
- услуги помощи в дошкольном образовании;
- услуги в сфере обучения и оздоровления детей;
- услуги ранней диагностики, реабилитации и социализации детей в возрасте до 6 лет с ОВЗ;
- услуги в культурной сфере.

Положительным моментом в развитии рынка обрабатывающих производств является создание в 2018 году 772 субъектов предпринимательства, что дает рост 109,2 %, а в сельском хозяйстве этот рост составляет 767 субъектов, т.е. идет рост 124,5 %.

На рынках образовательных услуг Воронежской области, наоборот отмечается замедление динамики роста, т.е. рост составил 92,9 %. Несмотря на спад в области торговли и услуг по ремонту (динамика 96,6%), создано 2488 новых организаций за 2018 год в этой отрасли.

Несмотря на благоприятную инновационную среду, которая, как мы видим, создана в Воронежской области, пока процент инновационных предприятий ниже среднего в целом по России. Рассмотрим особенности инновационной деятельности Воронежской области. Базой инновационного развития в Воронежской области являются предприятия военно-промышленного комплекса, а также предприятия по машиностроению и радиоэлектронике. На 2018 год в Воронежской области исследования проводят 64 организации, также действуют научно-исследовательские учреждения и конструкторские бюро, на которых работают более 700 докторов наук и более чем 3,5 тысячи кандидатов наук [5]. В

таблице 1 представлена динамика числа организаций, которые занимаются исследованиями и разработками в ЦФО.

Таблица 1 – Динамика количества организаций, которые занимаются исследованиями и разработками в ЦФО [6].

Области	2016	2017	2018
Белгородская	15	16	22
Брянская	21	22	19
Владимирская	22	25	31
Воронежская	56	53	64
Ивановская	19	20	23
Калужская	41	41	44
Костромская	7	7	9
Курская	16	15	18
Липецкая	12	13	27
Московская	253	238	251
Орловская	14	14	19
Рязанская	19	20	26
Смоленская	19	17	28
Тамбовская	27	25	30
Тверская	29	28	36
Тульская	18	20	23
Ярославская	30	30	43

Из таблицы 1 видно, что по количеству организаций, которые занимаются разработками и исследованиями, Воронежская область стоит на втором месте после Москвы и Московской области. При этом, идет большая положительная динамика по приросту подобных предприятий.

Беря во внимание вышеизложенное, стоит отметить, что инновационная отрасль Воронежской области в последние годы все же развивается интенсивно. Об этом говорит повышение инновационной активности организаций Воронежской области, а также развитая инфраструктура инновационной деятельности.

Охарактеризуем производственно-технологическую инфраструктуру Воронежской области, включающую в себя [7]:

– особую экономическую зону (ОЭЗ), подразумевающую систему налоговых и таможенных льгот и преференций для ее резидентов;

– технопарки, которые способствуют развитию научных исследований и разработок, внедрению результатов научной деятельности в производство, созданию и развитию новых наукоемких технологий и организации производства экспортной и импортозамещающей продукции. Примерами таких технопарков в Воронежской области являются «МИТЭМ», «Содружество», «Авиационный», «Космос – Нефть – Газ»;

– индустриальный парк, который представляет из себя специально организованную для размещения новых производств территорию, обеспеченную энергоносителями, инфраструктурой, необходимыми административно-правовыми условиями и управляемая специализированной компанией. Примерами индустриальных парков в Воронежской области являются «Масловский», «Лискинский», «Бобровский», «RusLandGroup», «Перспектива»;

– бизнес-инкубаторы, которые оказывают комплекс требуемых услуг с целью поддержки предпринимателей и малых предприятий, деятельность которых связана с производством инновационных товаров, услуг, технологий. Это бизнес-инкубаторы «Авиационный», «Восток», «Калининский», бизнес-инкубатор ФБГОУ ВПО ВГАСУ;

– малые инновационные предприятия, которые работают при вузах и научно-исследовательских институтах Воронежской области, деятельность их связана с внедрением результатов научных разработок. Примерами таких предприятий являются: ООО «Научно-производственное предприятие Авиапроект», ООО «Интеллектуальный ресурс», ООО «Информационное пространство», и др.

Также в Воронежской области развита информационная инфраструктура, обеспечивающая защиту интеллектуальной собственности, которая оказывает патентование изобретений. Данная инфраструктура представлена такими организациями, как Патентный центр Воронежского ЦНТИ – опорная организация Роспатента в Воронеже; некоммерческое партнерство «Инновационный патентно-правовой центр Воронежской области»; и др.

Финансовая инфраструктура, обеспечивающая инновационное развитие Воронежской области включает в себя [7]:

– фонды поддержки инноваций, например, государственный фонд поддержки малого предпринимательства Воронежской области, НКО «Фонд содействия развитию венчурных инвестиций в малые предприятия в научно-технической сфере Воронежской области» и др.;

– банки, оказывающие поддержку субъектам инновационной деятельности на льготных условиях.

Также в Воронежской области можно выделить ряд институтов инновационного развития, которые являются проводниками государственной политики и которые поддерживают инновационную деятельность в Воронежской области. Они поддерживают деятельность по развитию инновационной активности, позволяют обеспечить имущественную, финансовую, образовательную и иные виды поддержки для малых предприятий.

Для осуществления инновационного развития Воронежской области, государство проводит разные виды господдержки. Основными мерами являются субсидии на поддержку создания малых инновационных компаний, освобождение от выплат налогов на имущество или прибыль, предоставление субсидий на коммунальные услуги инновационных предприятий, а также субсидии на погашение затрат, связанных с выплатами по кредитам для инновационных

предприятий. Эти преференции предоставляются также резидентам индустриальных парков [8].

Выпуск инновационной продукции на предприятиях Воронежской области приходится в основном на крупные предприятия, которые обладают высочайшим научным и техническим потенциалом:

- ПАО Концерн «Созвездие»;
- ПАО «Риф»;
- ПАО «КБХА»;
- Воронежский механический завод;
- ПАО «Гидрогаз»;
- ПАО «ВАСО».

Перечисленные предприятия позволили за счет производства электрооборудования, электронной продукции и транспортных средств достичь положительной динамики по развитию инновационного потенциала, которые превышают средние значения по России.

Небывалыми темпами идет инновационное развитие сельского хозяйства Воронежской области. Так с 2010 по 2017 г. рост объемов производства продукции сельского хозяйства вырос на 99,6% [11].

Это свидетельствует о положительных тенденциях в сфере внедрения инноваций в хозяйствах Воронежской области. Необходимо отметить положительную роль в решении этой задачи умело организованного государственного управления.

Бюджетные ассигнования, предусмотренные в 2017 году Законом Воронежской области от 23.12.2016 № 182-ОЗ «Об областном бюджете на 2017 год и на плановый период 2018 и 2019 годов» (в ред. от 02.05.2017 № 40-ОЗ) на реализацию программы, составляют 7 985 421,1 тыс. руб., что значительно превышает объем финансирования за предыдущую пятилетку.

На наш взгляд, важную роль в подъеме АПК сыграла Программа Воронежской области «Развитие сельского хозяйства, производства пищевых продуктов и инфраструктуры агропродовольственного рынка», в которой предусмотрены мероприятия по стимулированию инновационной деятельности и инновационному развитию агропромышленного комплекса.

Программой предусмотрено увеличение рентабельности сельскохозяйственных предприятий в 2020 г. с учетом субсидий до 17,0%. Предусматривается создание центра управления инновационным развитием АПК, который на региональном уровне будет решать проблемы повышения эффективности инновационного развития. Еще одним важным инструментом инновационной политики в Воронежской области является использование кластеров. На территории Воронежской области в целом можно выделить две группы кластеров. Первая группа кластеров – это кластеры на основе уже сложившихся векторов развития, вторая – на основе будущих «точек роста» [9].

Проведенное исследование позволило нам выявить сильные и слабые стороны инновационного развития Воронежской области, которые представлены в таблице 3.3.

Таблица 2 – Анализ сильных и слабых сторон инновационного развития Воронежской области [10].

Сильные стороны	Слабые стороны
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Высокий научный и технический потенциал;</li> <li>- Хороший уровень обеспеченности разного рода ресурсами: земельными, энергетическими, трудовыми;</li> <li>- Выгодное транспортное положение области;</li> <li>- Благоприятные природные и климатические условия;</li> <li>- Развитая институциональная среда;</li> <li>- Отличное развитие учреждений банковской сферы;</li> <li>- Большой спектр преференций от правительства для компаний, которые занимаются инвестиционными проектами и их реализацией.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Отрицательная динамика инвестиций в перерабатывающие производства;</li> <li>- Недостаточная коммерциализация результатов исследований и разработок;</li> <li>- Недостаточно адаптированный для условий внешней среды промышленный комплекс;</li> <li>- Снижение доли трудоспособного населения в области;</li> <li>- Диспропорции в развитии Воронежской области;</li> <li>- Административные барьеры для проведения согласовательных процедур при реализации инвестиционных и инновационных проектов.</li> </ul>

Из таблицы 2 видим, что, несмотря на отличную научно-образовательную базу, а также развитую инновационную инфраструктуру, достаточные вложения в науку и образования Воронежской области, а также несмотря на высокое качество человеческого капитала, дальнейшее инновационное развитие Воронежской области требует активных действий правительства для полноценного перехода к модели интенсивного развития, которое будет основано на внедрении инноваций.

Несмотря на высокий уровень привлечения инвестиций, Воронежская область требует привлечения денежных ресурсов в еще больших объемах, для того, чтобы обеспечить инфраструктурой ряд инвестиционных площадок, а также для формирования инструментов реализации государственно - частного партнерства на территории области.

Таким образом, в Воронежской области хорошая среда для развития инноваций, которую обеспечивает развитая инфраструктура инновационной деятельности, которая входит в состав региональной инновационной системы. Ее составляющими являются информационная инфраструктура, финансовая инфраструктура. Также можно выделить ряд институтов инновационного развития, которые являются проводниками государственной политики и которые поддерживают инновационную деятельность в Воронежской области. Они поддерживают деятельность по развитию инновационной активности, позволяют обеспечить имущественную, финансовую, образовательную и иные виды поддержки для малых предприятий. Для осуществления инновационного развития Воронежской области, государство проводит разные виды господдержки: субсидии на поддержку создания малых инновационных компаний; освобождение от выплат налогов на имущество или прибыль; предоставление субсидий на

коммунальные услуги инновационных предприятий; а также субсидии на погашение затрат, связанных с выплатами по кредитам для инновационных предприятий. Еще одним важным инструментом инновационной политики в Воронежской области является использование кластеров. Однако, не смотря на отличную научно-образовательную базу, а также развитую инновационную инфраструктуру, достаточные вложения в науку и образования Воронежской области и высокое качество человеческого капитала, дальнейшее инновационное развитие Воронежской области требует активных действий правительства для полноценного перехода к модели интенсивного развития, которое будет основано на внедрении инноваций и повышении их результативности, а также активизации и совершенствования кластерной политики в области.

#### Список литературы:

1. Доклад о состоянии и развитии конкурентной среды на рынках товаров, работ и услуг Воронежской области по итогам 2016 года [электронный ресурс] URL: [http://www.invest-in-voronezh.ru/download/oregione/regional\\_development\\_strategy/2017/36\\_doklad%202016.pdf](http://www.invest-in-voronezh.ru/download/oregione/regional_development_strategy/2017/36_doklad%202016.pdf) (дата обращения 13.05.2019)
2. Регионы России. Социально-экономические показатели. 2018: Стат. сб. / Росстат. – М., 2018. – С. 140.
3. Составлено по данным Официального сайта Федеральной службы государственной статистики по Воронежской области [электронный ресурс] - <http://voronezhstat.gks.ru> (дата обращения 03.05.2019)
4. Доклад о состоянии и развитии конкурентной среды на рынках товаров, работ и услуг Воронежской области по итогам 2016 года [электронный ресурс] URL: [http://www.invest-in-voronezh.ru/download/oregione/regional\\_development\\_strategy/2017/36\\_doklad%202016.pdf](http://www.invest-in-voronezh.ru/download/oregione/regional_development_strategy/2017/36_doklad%202016.pdf) (дата обращения 13.09.2019)
5. Безрукова Т.Л. Особенности развития инновационной среды Воронежской области / Т.Л. Безрукова, Ю.Е. Саражинская // Актуальные направления научных исследований XXI века: теория и практика. – 2017. – Т. 5. - № 1. – С. 394.
6. Российский статистический ежегодник. 2018: Стат.сб. / Росстат. - 2018 – С. 504.
7. Токарев А.А. Механизм поддержки инновационной деятельности в Воронежской области / А.А. Токарев // Современная экономика: проблемы и решения. – 2017. - № 2. – С. 123.
8. Безрукова Т.Л. Особенности развития инновационной среды Воронежской области / Т.Л. Безрукова, Ю.Е. Саражинская // Актуальные направления научных исследований XXI века: теория и практика. – 2017. – Т. 5. - № 1. – С. 396.
9. Рисин И.Е. Кластеры Воронежской области и инструментарий их государственной поддержки / И.Е. Рисин, Е.В. Бородкина // Национальные интересы: приоритеты и безопасность, 2018. - № 22. – С. 22
10. Шевченко А.С. Цифровая среда государства как элемент инновационной экономики / А.С. Шевченко // Инновационная экономика - основа устойчивого развития государства: сборник статей Международной научно – практической конференции. – Уфа: ОМЕГА-САЙНС. - 2017. – С. 17.
11. Белолопков Р.П. Состояние и основные направления развития инновационной деятельности в АПК / Белолопков Р.П., Коновалова С.Н. : журнал Вестник Воронежского государственного аграрного университета. – Воронеж: издательство Воронежского государственного университет им. Императора Петра. – С. 82.

## **ВЫБОР НАПРАВЛЕНИЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ НА РЫНКЕ КАК УСЛОВИЕ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ ПРОМПРЕДПРИЯТИЙ**

### **THE SELECTION OF ACTIVITIES ON THE MARKET AS A CONDITION FOR SUSTAINABLE DEVELOPMENT OF INDUSTRIAL ENTERPRISES**

Ключевые слова: Устойчивое развитие, рынок, производственные организации.

Аннотация: В статье рассматриваются пути формирования стратегических направлений производственных организаций для устойчивого развития промпредприятий. Автор раскрывает содержание механизма создания конкурентных преимуществ и направления его использования. Вывод статьи заключается в том, что создание конкурентных преимуществ является источником обеспечения устойчивого развития производственных организаций.

Keywords: Sustainable development, market, industrial organization.

Summary: The article considers the ways of formation of strategic directions of industrial organizations for sustainable development of industrial enterprises. The author reveals the content of the mechanism of creating competitive advantages and the direction of its use. The conclusion of the article is that the creation of competitive advantages is a source of sustainable development of industrial organizations.

Выбор направлений стратегического планирования на рынке включает формулирование ключевых параметров развития организации, в виде миссии, видения и стратегических целей. В основе данных операций лежит стратегический анализ текущего рыночного положения – миссии и будущего состояния промпредприятия – видения, а также путей развития организации.

По мнению зарубежных экономистов, (А.А. Томпсон и А. Дж. Стрикленд) для выбора стратегии сначала необходимо определить характер бизнеса – миссию компании и создать ясное видение того что, компания намерена сделать для своих клиентов [8]. С помощью миссии раскрывается философия и смысла существования промпредприятия на основе представлений о его назначении, необходимости и полезности для окружающей среды, сотрудников и общества в целом [1].

Выбирая стратегические направления устойчивого развития промпредприятия необходимо дать характеристику направлений рыночной политики и приоритетов, определение основных полей конкуренции, на которых действует компания на основе существующих предпочтений владельцев и управляющих, рыночной среды, ресурсов, деловых способностей и возможностей. Все это дает возможность разъяснить цели и задачи создания предприятия, отражает его ценности и конкретизируется в видение будущего образа.

Оценка текущего стратегического положения в виде миссии организации помогает собственникам, клиентам и персоналу понять, что представляет

организация и как она хочет достичь этого. С позиции стратегического положения организации важно оценить позиции заинтересованных лиц любой из пяти категорий, которые могут повлиять на ход развития организации. Собственники могут обратиться на ежегодном собрании или продать свои акции. Работники могут организовать профсоюз и вступить в коллективные переговоры с руководством или подыскать себе другую работу. Клиенты могут переключиться на товары конкурентов. Поставщики могут переключиться на других покупателей. Местные жители или общество в целом могут также предпринять различные меры - от протеста, до политических действий.

Для оценки ожидаемого будущего экономического состояния организации, к которому в каждый момент времени стремится организация, делаются прогнозы и описывается стратегическое видение ситуации. В результате задаются общие ориентиры, направления функционирования организации, выражающие роль организации на рынке, параметры экономического состояния, достижение которых является желательным и на достижение которых направлена ее деятельность.

Формирование целей позволяет конкретизировать точки планирования деятельности, критерии оценки результатов труда отдельных работников, подразделений и организации в целом [2]. Стратегические цели, не имеют четко выраженных количественных характеристик и являются наиболее значимыми ориентирами деятельности в пространствах постановки ключевых целей.

На этапе целепостановки наиболее часто используется методы дерева целей, структурирования проблем и их экспертных оценок. С помощью метода дерева целей проводится разделение общей цели на конкретные задачи, устанавливается связь между частными задачами, в единстве с общей стратегической целью. Название «дерево целей» связано с тем, что схематически представленная совокупность распределенных по уровням целей напоминает по виду перевернутое дерево. Каждая цель верхнего уровня представлена в виде подцелей следующего уровня.

В ходе планирования стратегических целей организации на рынке необходимо учитывать факторы, влияющие на формирование рыночного спроса. Спрос измеряется на различных уровнях: группы товаров; все виды товары организации; товары данной отрасли; товары всего внутреннего рынка; товары региона. Качественно спрос определяется двумя параметрами: объем рыночного спроса и емкость рынка.

Объем рыночного спроса характеризует количество товаров, которое может быть куплено группой покупателей в регионе за период времени в конкретной организации. Емкость рынка представляет собой верхний предел, к которому стремится спрос, то есть это максимально возможный спрос. Таким образом объем рыночного спроса составляет некоторую часть от емкости рынка. В качестве стратегической цели крупного промпредприятия на рынке зачастую выступает достижение максимального спроса к емкости рынка.

При формировании стратегических целей также необходимо учитывать: демографические факторы (численность населения, возраст, количество семей); общеэкономические факторы (уровень доходов, цены и пр.); социально-

культурные факторы (уровень образования и пр.).

Для конкретизации направлений деятельности организации на рынке используется метод сегментации. Этот метод позволяет разделить совокупную массу потребителей товара на отдельные группы (сегменты) предъявляющие к нему разные требования. Эти требования связаны с различиями между потребителями. В качестве признаков сегментирования выступают: географический признак (климат, регион); психологический признак (социальный класс, образ жизни, тип личности); поведенческий признак (повод покупки, выгоды, интенсивность потребления, приверженности к товару); демографический признак (возраст, пол, размер семьи, образование и пр.).

Если организация ориентируется на два более сегмента используется дифференцированный маркетинг. Для каждого сегмента разрабатывается свой план действий, а если организация выбирает только один сегмент называется концентрированный маркетинг.

Если все сегменты рынка обладают одинаковыми свойствами, то используется недифференцированный маркетинг. В этом случае разрабатывается единая программа для всех товаров

Наиболее частыми ошибками при выборе стратегических направлений деятельности на рынке являются: неправильный выбор рыночного сегмента; чрезмерная сегментация рынка; дифференциация продукции без знаний потребителя; необоснованная концентрация на одном сегменте при игнорировании других. Решив на каком сегменте сосредоточится организация должна определить, как проникнуть в этот сегмент т.е. позиционировать товар. В устоявшихся сегментах необходимо определить позиции конкурентов и с учетом этого разработать свою стратегию.

В процессе планирования деятельности промпредприятия на рынке необходимо решить на каком сегменте сосредоточится организация должна определить, а затем разработать стратегию проникновения в этот сегмент т.е. позиционировать товар. Различают три разновидности нового товара: новая модель товара (модификация); новый товар для организации, но старый для рынка; товар новый для рынка. Если сегмент устоялся, то в нем есть конкуренты поэтому необходимо определить их позиции и с учетом этого разработать свою стратегию действий на рынке.

Наиболее распространённым вариантом рыночной стратегии является позиционирование своего товара рядом с товаром конкурентов. Начать борьбу за долю рынка организация может если рынок достаточно велик чтобы вместить несколько конкурентов. Такое предприятие должно располагать большими ресурсами чем конкуренты.

Другим вариантом действий промпредприятия на рынке является разработка принципиально новой модели товара, которой еще нет на рынке. При этом необходимо удостовериться в наличии технических возможностей для этого, экономических возможностей, достаточного количества покупателей предпочитающих новую модель.

На основе позиционирования проводится отбор новых видов изделий и снятие с производства устаревших, формируется торговая марка и упаковка, налаживается массовое производство и сбыт продукции. Важную роль в этом процессе имеет выбор направления товародвижения.

Выбор направлений товародвижения на рынке во многом зависит от: финансовых возможностей организации; характера продукции; этапа жизненного цикла товара; рыночной стратегии конкурентов. В качестве направлений товародвижения могут выступать: корпоративная; договорная и управляемая маркетинговая система.

При использовании корпоративной системы товародвижения все стадии производства и распределения, находящиеся под единоличным контролем. Организация договорной системы товародвижения предполагает участие независимых организаций, связанных договорными отношениями и координирующих программы своей деятельности.

Применение управляемых систем товародвижения координирующая деятельность ряда стадий производства и распределения на основе размеров и мощности одного из участников канала. Между участниками канала, а также между разными каналами могут возможны конфликты, конкуренция и сотрудничества, что может повлиять на успешность деятельности промпредприятия на рынке.

Сложность выбора стратегических направлений деятельности промпредприятия на рынке во многом обусловлена неопределенностью будущей ситуации и необходимостью учета различных факторов, которые могут приводить к рыночным неудачам.

Деятельность промпредприятия на рынке может сопровождаться абсолютным и относительным провалом. Абсолютный провал на рынке означает неспособность организации покрыть расходы на разработку и производство. Относительный провал предполагает не достижение финансовых целей и ухудшение образа компании на рынке.

Причинами рыночных неудач промпредприятия могут быть: плохое планирование товарного ассортимента; неправильный выбор момента внедрения товара на рынок; не достаточные преимущества товара по сравнению с товарами конкурентами; несвоевременное снятие товара с производства.

При отсутствии ясных стратегических направлений деятельности промпредприятия на рынке повышается сложность выполнения задач из-за понижения гибкости движения ресурсов и смены требований к системе управления организации.

#### Список литературы

1. Котлер, Ф. Основы маркетинга. – 4-е изд. / Ф. Котлер, Г. Армстронг. – М.: Вильямс, 2018. – 1200 с.
2. О механизме устойчивого развития промышленных предприятий / Овсянников, С.В. // Проблемы теории и практики управления. – 2017. – Вып. 5. – С. 134–141

3. Овсянников, С.В. Стратегическое управление и корпоративная реструктуризация как основа механизма устойчивого развития предприятий: монография / С.В. Овсянников. – М. : ИД «АТиСО», 2017. – 193 с. (11 п.л.).
4. Овсянников, С.В. Стратегическое бизнес-планирование: учебное пособие – г. Воронеж: Издательство ЦНТИ, 2019. – 133 с.
5. Овсянников, С.В. Финансовый анализ: учебное пособие – г. Воронеж: Издательство ЦНТИ, 2019. – 196 с.
6. Портер, М. Конкуренция / М. Портер. – М.: Альпина, 2017. – 454 с.
7. Система сбалансированных показателей как индикатор устойчивого развития предприятия / Псарева Н.Ю., Овсянников С.В. // Экономика и управление: проблемы, решения. – 2017. – Т.2. №8. С. 27-35.
8. Стратегический менеджмент. Создание конкурентного преимущества [Текст] / А.А. Томпсон, М. Питерс, Дж. Гэмбл, А. Стрикленд. – М.: Вильямс. – 19-е изд. – 2016. – 592 с.
9. Устойчивое развитие организаций на основе механизмов реструктуризации /Овсянников, С.В. // Актуальные проблемы науки и образования на современном этапе: сборник статей Всероссийской научно-практической конференции 07-09 июня 2018 г. – Воронеж АНО ВО «Автомобильно-транспортный институт», 2018 – С. 356-360

© Овсянников С.В., 2019

УДК: 323.3

**Овсянников С.В.**

преподаватель автомобильно-  
транспортного института, г. Воронеж.

**Ovsyannikov S.V.**

lecturer at the automobile transport  
institute, Voronezh.

## **УПРАВЛЕНИЕ ФАКТОРАМИ КОНКУРЕНЦИИ ДЛЯ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ ЭКОНОМИКИ ПРОМПРЕДПРИЯТИЙ**

### **MANAGEMENT OF COMPETITION FACTORS FOR THE SUSTAINABLE DEVELOPMENT OF ECONOMY OF INDUSTRIAL ENTERPRISES**

Ключевые слова: Устойчивое развития, конкуренция, производственные организации.

Аннотация: В статье рассматриваются возможности обеспечения устойчивого развития производственных организаций, на основе управления факторами конкуренции. Автор раскрывает содержание механизма управления факторами конкуренции и направления его использования. Основной вывод статьи заключается в том, что управление факторами конкуренции является источником повышения устойчивости развития производственных организаций.

Keywords: Sustainable development, competition, industrial organization.

Summary: The article discusses the possibility of sustainable development of industrial organizations, based on the management of competition factors. The author reveals the content of the mechanism of management of competition factors and the direction of its use. The main conclusion of the article is that the management of competition factors is a source of increasing the sustainability of industrial organizations.

Под влиянием изменений конкурентной среды и неустойчивости развития промпредприятий повышается значение управления факторами конкуренции. Основой которого является качественная последовательность процедур

управления, используемых для достижения целей организации на рынке. Такие процедуры охватывают выбор целей, задач и путей, имеющих существенные конкурентные последствия для будущего экономического состояния и результатов деятельности промпредприятия на рынке.

В качестве цели управления факторами конкуренции выступает поиск рыночных преимуществ с учетом путей наиболее выгодного использования ограниченных ресурсов для удовлетворения текущих и/или будущих потребностей клиентов организации [1].

Содержание управления деятельностью промпредприятия на рынке базируется на следующих факторах: исследовательских; целевых; плановых; контрольных; регулирующих и координирующих.

Исследовательские факторы – обеспечивают изучение текущего и перспективного состояния, установления закономерностей и тенденций экономических явлений и процессов в конкретных микроэкономических условиях.

Целевые факторы – формирование стратегии позволяет более четко определить траекторию движения к намеченной цели. Для достижения целей организации стратегическое управление обеспечивает качественную последовательность действий на рынке.

Плановые факторы – определяют конечное состояние, которое должно быть последовательно достигнуто через промежуток времени. Планирование позволяет проработать варианты управленческих решений и оценить их последствия. С помощью методов экстраполяции планируется будущее состояние, и результаты исходя из тенденций настоящего времени и прошлом.

Контрольные факторы – обеспечивают наблюдение за рациональным использованием ресурсов и поиск резервов повышения эффективности производства. Стратегическое управление позволяет контролировать важнейшие факторы внешней среды и обеспечивать реакцию на непредвиденные ситуации.

Регулирующие факторы – обеспечивают оптимизацию долгосрочных экономических процессов. Эта система должна быть максимально полезной, иметь инновационный характер с позиции внедрения новейших методов управления и передовых технологий. Наличие планируемой стратегии, оставляет свободу выбора средств её реализации с учетом конкретных ситуаций.

Координирующие факторы управления промпредприятием включают технологии и методы, которые позволяют сделать процесс принятия решений более гибким, адекватно учитывающим реальные проблемы и концентрировать на их решении ресурсы и компетенции.

Управление факторами конкуренции промпредприятий представляет собой совокупность направлений деятельности, связанных с постановкой целей и задач организации и с поддержанием ряда взаимоотношений между организацией и окружением, которые позволяют ей добиться своих целей, соответствуют ее внутренним возможностям и позволяют оставаться восприимчивой к внешним требованиям.

В качестве базовых концепций управления факторами конкуренции выступают производственная, товарная, коммерческая и общая концепция [6].

Применение производственной концепции в управлении промпредприятием основано на том, что потребители предпочитают те товары, которые широко распространены и доступны по цене. В таком случае промпредприятие должно осуществлять массовое производство и снижать издержки.

Использование на промпредприятии товарной концепции основано на том, что потребители предпочитают товары наивысшего качества [2]. В этой ситуации предприятие должно совершенствовать товар, его дизайн, упаковку и пр.

Важную роль в деятельности промпредприятия также приобретает концепция интенсификации коммерческих усилий, которая утверждает, что потребители не покупают товары организации, если она не предпринимает достаточных усилий в сфере сбыта. Главным инструментом интенсификации коммерческих усилий становится реклама. С позиции общего маркетинга залогом рыночного успеха промпредприятия является определение потребности клиента.

Применение данных концепций требует изучения конкуренции на рынке. Изменение состояния конкуренции на рынке характеризуется различными видами спроса: низким; потенциальным; колеблющимся; оптимальным; чрезмерным; иррациональным.

Факторы низкого спроса обусловлены тем что, часть покупателей не проявляют интереса к данному товару [3]. Его причинами являются: недостаток информации о товаре; товар имеет ценность на другом рынке.

В качестве условий возникновения потенциального спроса на продукцию промпредприятия является наличие у клиентов потребности, в вещи которая еще не существует в виде конкретного товара.

Другим состоянием рынка является снижающийся спрос на продукцию промпредприятия, который возникает если объемы продаж в данный период ниже чем в предыдущий период. В этом случае проводится ремаркетинг путем снижения цен.

На рынке продукции промпредприятия также зачастую возникает колеблющийся спрос, который наблюдается на товары сезонного характера. В таких условиях проводится стабилизирующий маркетинг, который требует производить другие товары в разные сезоны.

Наиболее привлекательным для промпредприятия является оптимальный спрос, который характеризует объем продаж, который обеспечивает максимальную прибыль. Возможным для рынка промпродукции также является чрезмерный спрос, когда спрос выше уровня производства организации. С помощью демаркетинга снижается спрос, чтобы перенаправить клиентов на другие товары данной организации.

Стратегическое планирование конкурентных факторов как процесс включает качественная последовательность действий организации по разработке и реализации стратегии. Стратегический процесс содержит ряд этапов: постановку целей; выработку стратегии; получение необходимых ресурсов и компетенций; обеспечение взаимоотношений с внешней средой, а также проведение стратегических изменений с обеспечением их обратной связи [4].

Возможность управления устойчивым развитием на основе факторов конкуренции определяется знанием циклического характера развития социально-экономических систем, фактором времени, ресурсными и профессиональными возможностями, а также активной ролью персонала организации. Данные возможности обеспечиваются на основе поиска решений, мобилизации персонала на решении проблем; использовании компетенций; предвидении рискованных ситуаций и адаптации к изменениям внешней среды.

Необходимость управления факторами конкуренции обусловлена выбором путей достижения рыночных позиций, с учетом конкурентных преимуществ, будущего состояния и результатов, которые отражают ожидания ключевых заинтересованных сторон организации. Объектом такого типа управления является организация как открытая социально-экономическая система и ее элементы включающие стратегические бизнес-единицы и функциональные структурные подразделения. В зависимости от выбранного объекта выделяют: корпоративная стратегия для организации в целом; бизнес-стратегия для стратегических бизнес-единиц; функциональная стратегия для локальных подразделений.

К сферам управления факторами конкуренции относятся: выбор местоположения; реконструкция; изменение организационно-правовой формы и структуры управления, форм организации и оплаты труда; разработка и выпуск новой продукции; выход на новые рынки. Субъектами управления конкурентоспособностью выступают собственники и менеджеры организации.

Управление факторами конкуренции охватывает долгосрочные экономические процессы предприятия, их социально-экономическую эффективность и будущие результаты деятельности, складывающиеся под воздействием объективных и субъективных факторов [7].

Управление факторами конкуренции с учетом фактора времени может осуществляться в трех вариантах: в эпизодическом порядке (периодические совещания); в регулярном режиме на непрерывной основе (мониторинг внешней среды, планирование и выполнение стратегии); в реальном масштабе времени как немедленная адекватная реакция на неожиданно возникающие проблемы.

В качестве факторов успешности выступают: конкурентные преимущества; обеспечение ресурсами; организационная эффективность; реакция на изменения во внешней среде. Эти факторы охватывают перспективную деятельность организации, которая связана с комплексом сопутствующих проблем на различных этапах стратегического процесса (разработки и выполнения стратегии).

Конкурентные проблемы организации характеризуются: направленностью на будущее; связью с миссией, видением и целями организации; многосторонним ресурсным характером; влиянием внешних факторов и характером стратегических изменений.

К числу факторов конкуренции в отрасли относятся: стадия жизненного цикла отрасли; уровень государственной поддержки развития отрасли; динамика отраслевого объема продукции; среднеотраслевой индекс цен; среднеотраслевой уровень рентабельности активов и собственного капитала; уровень риска, характерный для отрасли.

Среди проблем анализа конкуренции в отрасли относятся трудности при из-за недостатка точной информации, сложной прогнозируемости внешней среды и поведения участников отрасли.

Особенно сложными выступают проблемы конкуренции за ресурсы, которые могут быть связаны с недостатком необходимых ресурсов или их неэффективным распределением для решения сложных задач: диверсификации производства, приобретения нового оборудования, создании новых или ликвидации старых производств, освоении новой продукции и рынков.

Для решения проблем конкуренции в условиях изменений необходимо адаптировать организационную структуру; сформировать необходимые компетенции и кадры, способные провести преобразования; обеспечить мотивации, координацию и контроль. Сложность проблем конкуренции во многом обусловлена особенностями рыночного и финансового положения.

Промпредприятия неизбежно вступают в противоречие с условиями конкурентной среды, которые изменяются быстрее, чем элементы оптимальной организации управления. Производительность может оставаться по-прежнему высокой, но конкурентоспособность в условиях меняющейся среды снижается. Но мало только выявить конкурентные факторы, необходимо предугадать их степень воздействия на предприятие, но при этом, необходимо иметь внутренний потенциал, чтобы им противостоять.

#### Список литературы

1. Котлер, Ф. Основы маркетинга. – 4-е изд. / Ф. Котлер, Г. Армстронг. – М.: Вильямс, 2018. – 1200 с.
2. Овсянников, С.В. Банковское дело: учебное пособие – г. Воронеж: Издательство ЦНТИ, 2019. – 87 с.
3. Овсянников, С.В. Стратегическое управление и корпоративная реструктуризация как основа механизма устойчивого развития предприятий: монография / С.В. Овсянников. – М.: ИД «АТиСО», 2017. – 193 с. (11 п.л.).
4. Овсянников, С.В. Стратегическое бизнес-планирование: учебное пособие – г. Воронеж: Издательство ЦНТИ, 2019. – 133 с.
5. Овсянников, С.В. Финансовый анализ: учебное пособие – г. Воронеж: Издательство ЦНТИ, 2019. – 196 с.
6. Портер, М. Конкуренция / М. Портер. – М.: Альпина, 2017. – 454 с.
7. Устойчивое развитие организаций на основе механизмов реструктуризации / Овсянников, С.В. // Актуальные проблемы науки и образования на современном этапе: сборник статей Всероссийской научно-практической конференции 07-09 июня 2018 г. – Воронеж АНО ВО «Автомобильно-транспортный институт», 2018 – С. 356-360

© Овсянников С.В., 2019

УДК: 323.3

**Овсянников С.В.**

преподаватель автомобильно-  
транспортного института, г. Воронеж.

Ovcyannikov S.V.

lecturer at the automobile transport  
institute, Voronezh.

## **УСТОЙЧИВОЕ РАЗВИТИЕ ЭКОНОМИКИ ПРОМПРЕДПРИЯТИЙ НА ОСНОВЕ КОНКУРЕНТНЫХ СТРАТЕГИЙ**

### **SUSTAINABLE ECONOMIC DEVELOPMENT OF INDUSTRIAL ENTERPRISES ON THE BASIS OF COMPETITIVE STRATEGIES**

Ключевые слова: Устойчивое развития, конкурентные стратегии, производственные организации.

Аннотация: В статье рассматриваются конкурентные стратегии обеспечивающие устойчивое развитие организации. Автор раскрывает содержание конкурентных стратегий для устойчивого развития организации. Вывод статьи заключается в том, что конкурентные стратегии позволяют повысить устойчивость развития экономики предприятия.

Keywords: Sustainable development, competitive strategy, industrial organization.

Summary: The article deals with competitive strategies to ensure sustainable development of the organization. The author reveals the content of competitive strategies for sustainable development of the organization. The conclusion of the article is that competitive strategies can improve the sustainability of the enterprise economy.

Для обеспечения устойчивого развития и предотвращения латентного кризиса промпредприятий необходимо обеспечить динамичный режим управления конкурентоспособностью.

Конкурентоспособность промпредприятий проявляется в меньших затратах чем у конкурентов, либо в способности дифференцировать свою продукцию. Предприятие может приобрести устойчивое конкурентное преимущество только в результате согласования стратегии с основными факторами успеха в отрасли и приложения максимума усилий к тому, чтобы следовать этим факторам более последовательно, чем конкуренты. Для создания конкурентного преимущества необходимо учитывать конкурентные факторы успеха.

В качестве конкурентных факторов успеха выступают подходы к стратегическим действиям, которыми все участники отрасли должны уметь пользоваться, конкурентные возможности, которыми они должны обладать, и результаты деятельности бизнеса, которых они в состоянии занять устойчивое положение в конкурентной среде.

Конкурентная среда как основной элемент стратегии включает совокупность активных субъектов, действующих за пределами промпредприятия и влияющих на реализацию продукции. К конкурентной среде относят совокупность не поддающихся контролю сил, с учетом которых организация должна разрабатывать мероприятия.

Анализ конкурентной среды представляет собой важную часть системы стратегического планирования организации, которая предполагает тщательный

учет покупательского спроса и анализ положения промпредприятия на рынке еще до принятия решений [2].

Одним из наиболее часто используемых в стратегической деятельности методов является матричный анализ портфеля. В основе матрицы портфеля лежит двухмерный график, иллюстрирующий позиции каждого вида деятельности предприятия. Для характеристики конкурентного положения промпредприятия необходимо использовать показатели: темпов роста отрасли, доли рынка, долговременной привлекательности отрасли, стадий эволюции продукта и рынка.

Важное место в анализе занимает метод оценки сил конкуренции в отрасли. Методика анализа конкурентных сил включает, определение ключевых факторов успеха, сегментирование рынка, расчет емкости рынка, определение места на рынке. По мнению автора методики, (М. Портера), конкуренция в отрасли есть взаимодействие пяти конкурентных сил: конкуренция среди существующих в отрасли фирм; потенциальная угроза входа в отрасль новых конкурентов; предприятия других отраслей, производящие товары-заменители; поставщики; потребители [7]. Показатели деятельности в рамках отрасли зависят от конкурентного преимущества по сравнению с соперниками. Для разработки стратегии зачастую требуется более детальное изучение конкурентной среды.

Конкурентная среда состоит из микросреды и макросреды. Конкурентная микросреда представлена силами организации, ее поставщиками, маркетинговыми посредниками, клиентами, конкурентами и контактными аудиториями.

Макросреда представлена внешними факторами, к которым относятся: демографические; экономические; природные; научно-технические; политические; культурные [1].

Ключевое место в конкурентной среде занимают клиенты, которые представлены на пяти типах рынков: потребительский рынок (личное потребление населением); рынок производителей (товары для производственного процесса); рынок посредников; рынок гос. учреждений; международный рынок.

Другим базовым элементом стратегии являются конкуренты, которые делятся на ряд видов: товарно-родовые; товарно-видовые; марки конкуренты; конкуренты-назначения. На уровень конкуренции оказывают влияние поставщики, которые обеспечивают промпредприятие необходимыми ресурсами. Маркетинговые посредники помогают организации в сбыте и распространении товаров.

К числу важнейших элементов конкурентной среды относится контактная аудитория – это группа которая проявляет реальный интерес и оказывает влияние на способность организации достигать поставленные цели [5]. Типами контактных аудиторий являются: финансовые организации; СМИ; государственные учреждения; общественные организации.

Формирование конкурентной стратегии требует решения ряда задач:

1. Изучение состояния и перспектив отрасли и рынка (соотношение спроса и предложения, анализ товаров конкурентов)
2. Выявление неудовлетворённых запросов клиентов (сегменты рынка).

3. Адаптация производственных возможностей промпредприятия к требованиям рынка и активное влияние на него.

Компонентами конкурентной стратегии являются: анализ рынка; изучение спроса; ценообразование на товары; реклама и стимулирование спроса; планирование товарного ассортимента; сбыт товаров и организация торговли. Исследование внешней среды включает сбор, обработка и анализ данных с целью уменьшения неопределенностей и принятия решений.

В качестве направлений конкурентной стратегии выступают: рынок; конкуренты; потребители; цены; ресурсы организации.

1. Стратегия поведения на рынке промпредприятия охватывает: структуру; географию клиентов; емкость рынка; динамику продаж; риски и пр. Результатами исследования рынка являются прогнозы развития рынка; факторы успеха; рыночные позиции и сегменты рынка.

2. Стратегия поведения в отношении конкурентов промпредприятия включает сбор данных для анализа конкурентных преимуществ на рынке; товаров конкурентов; новые разработки конкурентов; методы конкурентной борьбы.

3. Стратегия отношений с клиентами промпредприятия охватывает изучение структуры потребления; обеспечение товарами; доходы, возраст и социально положение потребителей.

4. Ценовая стратегия промпредприятия направлена на определение такого уровня и соотношения цен, которые обеспечивают максимальную прибыль при наименьших затратах.

5. Стратегия формирования ресурсов промпредприятия включает анализ издержек, прибыли и дебиторской задолженности.

На начальных стадиях деятельности промпредприятия как правило используется стратегия концентрации ресурсов, которая позволяет использовать возможности отдельных отраслей. На стадиях роста и зрелости промпредприятия более предпочтительной для инвесторов является стратегия диверсификации инвестиций [6].

Проведение диверсификации включает ряд стратегий: создание новой компании или совместного предприятия; слияние с признанным лидером или с начинающей компанией; приобретение предприятия, испытывающего трудности [3]. В зависимости от целей, диверсификация направлена на приобретение одного из операторов отрасли, для усиления своих позиций или начинающей компании.

В зависимости от отраслевых приоритетов, возможна диверсификация в различные отрасли. Проведение диверсификации в родственные отрасли позволяет предприятию использовать эффект дополнения т.е. обмениваться опытом и навыками, копировать технологии, использовать производственные мощности, что ведёт к укреплению конкурентных позиций.

В случаях диверсификации в неродственные отрасли открываются новые возможности повышения потребительской ценности товаров компании или упрочения её конкурентного положения, что позволяет использовать накопленный опыт в области маркетинга, производственных технологий и тем самым снизить риски и повысить эффективность инвестиций.

Вместе с тем любая стратегия представляет собой усилия инвестора по занятию выгодных позиций по отношению к конкурентам. В зависимости от конкурентных приоритетов выделяют наступательные и оборонительные стратегии, стратегии постепенного и быстрого выхода с рынка.

Наступательная стратегия промпредприятия дает возможность шанс переломить ситуацию и выйти в число лидеров [8]. Наступательные стратегии не могут применяться на предприятиях при остром дефиците ресурсов, который усугубляет их положение в условиях тяжелой борьбы за удержание объема продаж, доли рынка и конкурентной позиции. Для таких промпредприятий целесообразно использовать оборонительные стратегии.

Оборонительные стратегии промпредприятия включают следующие шаги: последовательное укреплении ранее достигнутых позиций; сокращение неперспективных видов деятельности; привлечение внешней помощи [4]. В случае если не удастся сохранить покупателей, возникает необходимость в реструктуризации.

Стратегии постепенного и быстрого выхода промпредприятия с рынка могут быть предпочтительны в условиях не перспективности бизнеса или в период антикризисного управления. Стратегии постепенного выхода из бизнеса дают возможность максимизировать поступления от данного сегмента рынка. Необходимость быстрого выхода из бизнеса связана с проведением реструктуризации предприятия и минимизацией убытков.

Формирование конкурентной стратегии организации требует учета ряда требований: научно-аналитическое предвидение; учет и согласование направлений развития организации; стратегическое соответствие управления организацией; обратная связь и корректировки; достаточность ресурсного потенциала для решения стратегических задач; соответствие стратегических задач ключевым компетенциям; системность конкурентной стратегии.

Научно-аналитическое предвидение предполагает, что для разработки решения недостаточно одних лишь пожеланий и субъективных предвидений. Субъективность стратегии и неполнота информации затрудняют оценку её последствия. Необходим анализ предшествующей деятельности организации, общей ситуации в области ее деятельности и динамики ее изменения. Необходим также прогноз, а возможно, и разработка сценариев развития организации в ближайшей и более отдаленной перспективе. Обоснованные стратегии требуют анализа с выявлением факторов, определяющих развитие организации, и наиболее вероятных тенденций их изменения.

Учет и согласование направлений развития организации предполагает, что стратегические решения, принятые на основании учета влияния только внешних или только внутренних факторов, будут неизбежно страдать недостаточной системностью, что, в свою очередь, может вести к ошибочно принятым решениям. Цели отвечают на вопросы: что и в каком количестве производить; как и какими средствами производить; для кого производить. Наличие неконтролируемых внешних факторов сопряжено со значительной неопределенностью.

Стратегическое соответствие управления организацией означает, что

стратегия выделяет приоритеты и направления развития, которые интегрируются в систему управления с помощью таких инструментов как бюджеты, отчетность, политика принятий решений и мотивация. Качество стратегии имеет большее значение, чем быстрота её реализации;

Осуществление обратной связи и корректировки невозможно без эффективного учета и контроля принятых в организации стратегических решений. Действенность такой системы учета и контроля также возможна лишь при наличии четко сформулированных стратегических целей.

Достаточность ресурсного потенциала для решения стратегических задач указывает на необходимость оценки ресурсов, с помощью которых может быть реализована стратегия. Ресурсы должны быть сконцентрированы с учетом чёткой последовательности этапов достижения поставленной цели. Не всегда возможно точно оценить ресурсы, которыми может располагать организация в будущем. Вовлечением значительных ресурсов в решение стратегических задач сопровождается крупными рисками.

Соответствие стратегических задач ключевым компетенциям подчеркивает, что достижение цели зависит от комбинации разных технологий, коллективного обучения, способности распространять информацию. Для реализации конкурентной стратегии требуются компетенции, на которые влияют условия внешней среды, специфика организации, её структура и процессы. По мере аккумуляции или переноса конкурентного опыта обеспечивается эффективность решений. Конкурентная стратегия промпредприятия опирается на человеческий потенциал как основу организации, ориентирует производственную деятельность на запросы потребителей, гибко реагирует и проводит своевременные изменения в организации

Системность конкурентной стратегии означает охват всех сторон деятельности и причинные зависимости деятельности организации. Объект конкурентной стратегии промпредприятия изучается с учетом всех внутренних и внешних связей, во взаимозависимости и взаимоподчиненности его отдельных элементов. Конкурентная стратегия промпредприятия строится на взаимодействие с элементами внешней среды и согласованности бизнес-процессов

#### Список литературы

1. Котлер, Ф. Основы маркетинга. – 4-е изд. / Ф. Котлер, Г. Армстронг. – М.: Вильямс, 2018. – 1200 с.
2. О механизме устойчивого развития промышленных предприятий / Овсянников, С.В. // Проблемы теории и практики управления. – 2017. – Вып. 5. – С. 134–141
3. Овсянников, С.В. Банковское дело: учебное пособие – г. Воронеж: Издательство ЦНТИ, 2019. – 87 с.
4. Овсянников, С.В. Стратегическое управление и корпоративная реструктуризация как основа механизма устойчивого развития предприятий: монография / С.В. Овсянников. – М. : ИД «АТиСО», 2017. – 193 с. (11 п.л.).
5. Овсянников, С.В. Стратегическое бизнес-планирование: учебное пособие – г. Воронеж: Издательство ЦНТИ, 2019. – 133 с.

6. Овсянников, С.В. Финансовый анализ: учебное пособие – г. Воронеж: Издательство ЦНТИ, 2019. – 196 с.
7. Портер, М. Конкуренция / М. Портер. – М.: Альпина, 2017. – 454 с.
8. Устойчивое развитие организаций на основе механизмов реструктуризации /Овсянников, С.В. // Актуальные проблемы науки и образования на современном этапе: сборник статей Всероссийской научно-практической конференции 07-09 июня 2018 г. – Воронеж АНО ВО «Автомобильно-транспортный институт», 2018 – С. 356-360

© Овсянников С.В., 2019

УДК 004:744

**Пальчикова Г.С.**

преподаватель «Военный учебно-научный центр Военно-воздушных сил «Военно-воздушная академия им. проф. Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина» г. Воронеж, РФ

**Туровцев И.И.**

курсант «Военный учебно-научный центр Военно-воздушных сил «Военно-воздушная академия им. проф. Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина» г. Воронеж, РФ

**Palchikova G. S.**

teacher "Military training and research center of the Air force "air Force Academy. Professor N. E. Zhukovsky and Gagarin" Voronezh, Russian Federation

**Turovtsev I. I.**

cadet «The air force academy named after professor N.E. Zhukovsky and Y.A. Gagarin» (Voronezh), Russian Federation

## **ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ПРИ ИЗУЧЕНИИ КУРСА «ИНЖЕНЕРНАЯ ГРАФИКА»**

### **THE EFFECTIVENESS OF THE USE OF INFORMATION TECHNOLOGY IN THE COURSE "ENGINEERING GRAPHICS»**

Ключевые слова: пространственное мышление, инженерная графика, информационные технологии.

Аннотация: в статье рассмотрены применение информационных технологий и наглядного материала, в современном обучении, при изучении дисциплины «Инженерная графика»

Keywords: spatial thinking, engineering graphics, information technology.

Summary: the article discusses the use of information technology and visual material in modern education, in the study of the discipline "Engineering graphics».

Вопрос эффективности учебного процесса в военном техническом учебном заведении, как и в любом ВУЗе, наиболее актуален в современном потоке технических преобразований, новых тенденций поступления технической информации и формах ее реализации. Но, как и прежде, чертеж при любых средствах подачи технической информации остается наиболее удобным и наиболее емким носителем последней. А для овладения умением извлекать

информацию из чертежей, прежде всего, необходимо свойство человеческого сознания, которое определяют как «пространственное мышление», «пространственное воображение», «пространственное видение». Без этого компонента практически невозможно изучение инженерной графики, как инструмента графического решения технических задач.

Условия учебы курсанта военного инженерного учебного заведения существенно отличается от учебы студента, так как наряду с изучением инженерных дисциплин курсант значительный объем времени отдает военным дисциплинам и военным обязанностям. Учитывая эти обстоятельства, методика преподавания этих предметов общепрофессионального инженерного цикла требует формирования их оптимального объема и содержания. Оптимальный объем теоретических знаний и практических навыков определяется конечной целью обучения.

Цель изучения дисциплины «Инженерная графика» всегда была и будет состоять в формировании у обучаемого навыков чтения технического чертежа и умения отразить в чертеже техническую мысль.

Для графических дисциплин понятие «пространственное мышление» является важным компонентом человеческого сознания, психики и общего интеллектуального развития. Под пространственным мышлением понимают совокупность умений и навыков, дающих возможность создать в сознании виртуальную картину, объективно отражающую трехмерное пространство, форму и положение объектов, находящихся в этом пространстве, а также преобразовать в своем сознании плоские изображения на бумаге и на экране компьютера в объемные образы.

Компонентами пространственного мышления являются:

- зрительная память, т.е. умение задержать в своей памяти форму и количество объектов, взаимное положение объектов, композиционную картину;
- ассоциативное воспроизведение, т.е. умение по словесному описанию составить образ объекта в своем сознании.

Применение информационных технологий и наглядного материала, в современном обучении, при изучении дисциплины «Инженерная графика» должна осуществлять принципы развивающего обучения.

Без применения наглядных пособий трудно развивать пространственные представления обучающихся. Используя наглядные пособия, обучающиеся приобретают определенные понимания о геометрических формах, трехмерных моделях, резьбовых соединениях, строительных чертежах и т.д., учатся читать сборочные чертежи, строить аксонометрические проекции и оформлять конструкторскую документацию.

Применение информационных технологий оказывает содействие увеличению мотивации обучения обучающихся, экономит время учебного процесса, а наглядность способствует лучшему изучению учебной дисциплины.

Исследования показывают, что эффективность слухового восприятия информации составляет 16%, зрительного 25%, а их одновременное включение в процесс обучения повышает эффективность восприятия до 65 %.

Приобщение обучающихся к информационным технологиям является главным направлением в решении задачи информатизации и повышения общепрофессиональной подготовки [1,2].

Потребность продвижение в учебный процесс новых информационных технологий, вызвана социоэкономическими условиями государства. Грамотный и востребованный специалист должен обладать не только профессиональной компетентностью в соответствующей предметно-отраслевой области, но и способностью учиться и преумножать свою квалификацию [3].

Пространственное мышление требуется в профессиональной подготовке современного специалиста не только в технике, строительстве, архитектуры, но и в науке, бизнесе. Поэтому возрастает роль геометрической и графической части в образовательной сфере, что положительно отражается на развитии и усовершенствовании обучение специалистов.

Пространственное мышление начинает формироваться с первых дней жизни человека и в зависимости от степени благоприятности факторов развития достигает того или иного уровня. Системный комплекс знаний, умений и навыков пространственного мышления должен формироваться в процессе школьного образования при изучении геометрии и черчения.

Преподавателям общепрофессиональной дисциплины «Инженерная графика», достаточно широко известны проблемы, с которыми столкнулось профессиональное образование в последние годы:

- дефицит школьной подготовки и простых знаний по черчению;
- большинство поступающих в технические ВУЗы, в том числе и военные, не имеют достаточный уровень пространственного мышления.

Осмысление курсантом своего низкого уровня подготовки в данных вопросах, резко снижает азарт к обучению, но использование информационных технологий в образовательном процессе заинтерисовывает когнитивный интерес курсантов, повышает их познавательную активность.

С помощью информационных технологий эффективно осуществляются научные взгляды, обучающиеся обретают не только большое количество новых знаний, но и формируют умственные и изобретательные способности. Умеют работать с разными источниками информации.

При работе с электронными ресурсами усиливается результативность самосовершенствования и приводит к значительному повышению качества выпускаемых специалистов.

Среди особенно перспективных направлений применения информационных технологий в преподавании курса «Инженерная графика» можно выделить:

1) применение технологических средств для показа теоретического материала (использование персонального компьютера и интерактивной доски. Такая форма обучения понимается курсантами во много раз лучше, в этом можно удостовериться, беря во внимание благоприятную динамику контроля остаточных знаний);

2) применение дистанционных информационных технологий для передачи курсантам обширного объема информации и благотворных сведений по

дисциплине (много материала вынесено на самостоятельное изучение обучающихся. Для лучшего усвоения учебной информации разработано огромное количество учебных пособий, электронных учебников);

3) применение графических редакторов, как например «Компас 3D» и «Solid Works» (эти программы используются на лабораторных и практических работах предусмотренные рабочей программой по дисциплине).

Занимаясь в графических программах курсанты тратят гораздо меньше времени на исполнение чертежа. Чертеж получается качественным и аккуратным);

4) вовлечение курсантов к сотрудничеству в создании новых информационно-технологических ресурсов.

Использование информационных технологий повышает интерес курсантов при изучении учебной дисциплины, стимулирует самостоятельную деятельность, способствует формированию пространственного воображения и навыков логического мышления в рамках изучаемой дисциплины.

Как показывает практика, даже самые отстающие курсанты на занятиях по инженерной графике работают с большим интересом. Особое значение имеет возможность рассматривать с разных сторон построенную модель.

Современные информационные и компьютерные технологии способствуют реализовывать учебную дисциплину, совершенствуют увлечению к содержанию предмета, создают запоминание обучающимися нужной информации.

Таким образом, средства информационных технологий, при соблюдении благоприятных условий их применения, предоставляют значительную опору классическим методам, развивая образовательный процесс на высококачественный современный уровень.

#### Список литературы

1. Ф.В. Шутилов, М.В. Зелинская, М.Ф. Бовыкина. Виды информационных технологий –[www.prepod2000.kulichki.net/item\\_282.html](http://www.prepod2000.kulichki.net/item_282.html)
2. Алямовский А.А. SolidWorks. Компьютерное моделирование в инженерной практике. СПб.: БХВ-Петербург, 2006
3. Вольхин К.А., Астахова Т.А. Проблемы графической подготовки студентов технического университета // Геометрия и графика М.: Изд-во ООО «Научно-издательский центр ИНФРА М», 2014. № 3

© Пальчикова Г.С., Туровцев И.И., 2019

УДК 355.232.6:378.147

**Уктамжонов М.Ж.**

курсант ФГКВОУ ВО «Военный учебно-научный центр Военно-воздушных сил «Военно-воздушная академия имени профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина» (г. Воронеж) МО РФ

**Абрамов О.В.**

доктор технических наук, профессор кафедры общепрофессиональных дисциплин ФГКВОУ ВО «Военный учебно-научный центр Военно-воздушных сил «Военно-воздушная академия имени профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина» (г. Воронеж) МО РФ

**Абрамова И.Н.**

кандидат биологических наук, доцент кафедры метрологии и метрологического обеспечения вооружения и военной техники ФГКВОУ ВО «Военный учебно-научный центр Военно-воздушных сил «Военно-воздушная академия имени профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина» (г. Воронеж) МО РФ

Uktamzhonov M.G.

cadet FSOMEI HE «Military Educational and Scientific Centre of the Air Force N.E. Zhukovsky and Y.A. Gagarin Air Force Academy» (Voronezh) the Ministry of Defence of the Russian Federation

Abramov O.V.

doctor of technical sciences, professor department of general professional disciplines FSOMEI HE «Military Educational and Scientific Centre of the Air Force N.E. Zhukovsky and Y.A. Gagarin Air Force Academy» (Voronezh) the Ministry of Defence of the Russian Federation

Abramova I.N.

candidate of biological Sciences, associate professor of metrology and metrological support of weapons and military equipment FSOMEI HE «Military Educational and Scientific Centre of the Air Force N.E. Zhukovsky and Y.A. Gagarin Air Force Academy» (Voronezh) the Ministry of Defence of the Russian Federation

**ФОРМИРОВАНИЕ МОТИВАЦИИ У КУРСАНТОВ К САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЕ ПО ДИСЦИПЛИНАМ МЕХАНИЧЕСКОГО ЦИКЛА**

**FORMATION OF MOTIVATION AT CADETS TO INDEPENDENT WORK ON DISCIPLINES MECHANICAL CYCLE**

Ключевые слова: самостоятельная работа курсантов, формирование мотивации, дисциплины механического цикла.

Аннотация: В статье рассматриваются вопросы, связанные со значением самостоятельной работы в образовательном процессе военного вуза, созданием условий для повышения уровня мотивации у курсантов при изучении дисциплин механического цикла.

Keywords: independent work of cadets, formation of motivation, disciplines of a mechanical cycle.

Summary: In article the questions connected with value of independent work in educational process of military higher education institution, creation of conditions for increase in level of motivation to it at cadets when studying disciplines of a mechanical cycle are considered.

Фундаментальное образование является базой для изучения общетехнических и специальных дисциплин и соответственно оказывает большое влияние на формирование высококвалифицированного специалиста (военного инженера). Выработка безошибочного мышления и креативного подхода к решению учебных вопросов позволяет курсантам уже в практической деятельности самостоятельно решать профессиональные, производственные задачи для выполнения поставленных целей.

Изучение курса «Теоретическая механика» дает возможность курсанту пройти путь от базовых законов естествознания до реальных числовых расчетов в предлагаемых задачах. Соответственно, механика является основополагающим фундаментом практически всех сфер техники. Но при решении конкретных технических вопросов курсанты испытывают сложности в выявлении взаимосвязи теории и практики. Поэтому необходимо подготовить будущего военного специалиста к уверенному самостоятельному решению поставленных задач.

Имеющиеся многочисленные исследования подтверждают, что человеческая память сохраняет до 90% самостоятельно выполненных действий, до 50 % – из визуального ряда и до 10% – из услышанного. Поэтому самостоятельная работа курсантов имеет высокую значимость [1, 2].

В руководящих документах закреплено [3], что учебная деятельность курсантов включает в обязательном порядке самостоятельную подготовку для закрепления и углубления знаний, полученных на аудиторных занятиях. В ходе нее обучающиеся должны работать с литературой, что позволит расширить приобретенные знания и навыки, помочь в выполнении учебных заданий и подготовке к последующим занятиям, рубежному и итоговому контролю. Организация и контроль осуществляется командирами подразделений.

В современной научной литературе активно обсуждаются вопросы, связанные с организацией самостоятельной работы и созданием педагогических условий для ее осуществления. К обязательным условиям организации самостоятельной работы курсантов относятся следующие [1, 2]:

- наличие положительной мотивации к самостоятельной подготовке;
- сформированность основных навыков работы с учебной и научной литературой, владение технологией умственного труда;
- наличие методических пособий и учебников и др.

При этом необходимо отметить тенденцию сокращения обязательных аудиторных занятий при возрастании роли самостоятельной работы как формы учебного процесса в высшей школе, часы на которую также уменьшаются. Это диктует необходимость поиска особых мотивационных инструментов, которые могут заинтересовать обучаемых к усвоению знаний, побудить их к творческому изучению дисциплины, а также заставить курсантов системно готовиться в процессе семестрового обучения. В этой связи самостоятельную работу курсантов следует организовывать как систему индивидуальной и групповой учебной деятельности, осуществляемой под опосредованным руководством преподавателя во время аудиторных и внеаудиторных занятий, стимулирующую их познавательную активность, развивающую интеллектуальные способности и

потребности в самообразовании. Серьезная и устойчивая мотивация является неперенным условием активизации самостоятельной работы курсантов.

Существенная роль здесь принадлежит преподавателю, который благодаря своему профессионализму, применяя различные методы активизации познавательной активности, должен обеспечить интерес курсантов к изучаемой дисциплине. Самостоятельную работу во внеаудиторное время курсант планирует и организует в соответствии с личными устремлениями и интересами, и воздействовать на нее можно только опосредованно. Однако это означает, что преподавателю необходимо грамотно и эффективно проектировать содержание самостоятельной деятельности, создать условия для ее осуществления, корректно контролировать.



Рисунок. Условия для самостоятельной подготовки обучаемых

Так, особое значение приобретает создание внешних условий (рисунок) для осуществления курсантом самостоятельной подготовки [1, 2]: наличие учебников и учебных пособий, нормативных документов, монографий, а также использование электронных учебников. Их неоспоримым достоинством являются информационные технологии с применением компьютерной техники, которые позволяют обработать и систематизировать материал таким образом, чтобы поиск необходимой информации осуществлялся эффективно. К особенностям использования в учебном процессе электронного учебника для курсантов военного вуза можно отнести: 1) простую и удобную навигацию; 2) развитый поисковый механизм в пределах электронного учебника, в частности, при использовании гипертекстового формата издания; 3) специальный вариант структурирования материала; 4) использование большого количества разноуровневых задач, обеспечивающих адаптацию курсантов разной степени подготовки; 5) возможность встроенного автоматизированного контроля уровня знаний обучаемых. Все это приводит к росту уровня мотивации курсантов. Таким

образом, внедрение электронных учебных изданий в учебный процесс является одним из путей активизации их самостоятельной подготовки.

Причем следующим этапом является переход от электронного учебника к созданию единой электронной информационно-образовательной среды, например, по дисциплинам механического цикла (теоретической механики, сопротивлению материалов, деталям машин и др.), разрабатываемой в ВУНЦ ВВС «ВВА»и позволяющей анализировать успеваемость обучаемых в рамках всего цикла, выявлять пробелы в их подготовке, на которые следует обратить внимание в ходе самостоятельной работы.

Кроме того, среди внутренних факторов, способствующих активизации самостоятельной подготовки, можно выделить следующие[1, 2]:

1. Полезность выполняемой работы, т.е. уверенность курсанта, что результаты его работы будут использованы в учебно-методическом сопровождении дисциплины.

2. Участие курсантов в учебно-исследовательской (военно-научной) работе.

3. Участие в олимпиадах и конкурсах по данной дисциплине.

4. Использование мотивирующих факторов контроля знаний (аккумуляция оценок, рейтинг, тесты, нестандартные экзаменационные процедуры), т.е. необходимо обеспечить стремление курсантов к самостоятельности – важный мотивационный фактор их самосовершенствования.

5. Поощрение курсантов за достижения в изучении дисциплины и санкции за плохие результаты для создания ситуаций успеха и формирования у обучаемых интереса к теоретическому знанию.

6. Индивидуализация заданий, подразумевая использование таких форм организации учебно-познавательной деятельности курсантов как коллективная, групповая (с выбором лидера) и индивидуальная.

7. Личность преподавателя – профессионал, творческая личность, являющаяся для обучаемого примером и мотивационным фактором в интенсивной учебной работе, в т.ч. самостоятельной.

В связи с этим меняется роль преподавателя, которая заключается не просто в передаче определенных знаний курсантам, а в «стимулировании их самостоятельной познавательной активности», формировании постоянной необходимости самосовершенствования и развития учебно-познавательных и научно-исследовательских умений для дальнейшей эффективной профессиональной деятельности.

#### Список литературы

1. Рыжкова Э.Н., Новикова С.С. К вопросу об активизации самостоятельной деятельности курсантов военного ВУЗа [Электронный ресурс] // Воздушно-космические силы. Теория и практика. 2017. № 4. С. 166–170. Режим доступа: <http://www.академиявс.рф/наука/zhurnal-vks>.

2. Скрипова А.В. Самостоятельная работа как фактор формирования познавательной активности студентов при изучении дисциплины «Техническая механика» // Мясная и молочная промышленность России: состояние, проблемы, перспективы: материалы IV Всероссийской

Интернет-конференции, п. Торбеево, 9 декабря 2013г./ ГБОУ РМ СПО (ССУЗ) «ТКММП». – р. п. Торбеево, 2013. – 208 с.

3. Приказ Министра обороны Российской Федерации от 15.09.2014 г. № 670 «О мерах по реализации отдельных положений статьи 81 Федерального закона от 29 декабря 2012 г. № 273 – ФЗ «Об образовании в Российской Федерации».

© Уктамжонов М.Ж., Абрамов О.В., Абрамова И.Н., 2019

УДК 621.01

**Ярыгин А.В.**

курсант ФГКВОУ ВО «Военный учебно-научный центр Военно-воздушных сил «Военно-воздушная академия им. проф. Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина»» (г. Воронеж) МО РФ

Yarygin A. V.  
cadet FSOUMEI HE «Military educational scientific center air force «Air force Academy Professor N. E. Zhukovsky and Gagarin»» (Voronezh) Ministry of Defence of the Russian Federation

**Сидоренко А.С.**

кандидат технических наук, доцент кафедры общепрофессиональных дисциплин ФГКВОУ ВО «Военный учебно-научный центр Военно-воздушных сил «Военно-воздушная академия им. проф. Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина»» (г. Воронеж) МО РФ

Sidorenko A.S.  
candidate of technical Sciences, associate professor of general professional disciplines FSOUMEI HE «Military educational scientific center air force «Air force Academy Professor N. E. Zhukovsky and Gagarin»» (Voronezh) Ministry of Defence of the Russian Federation

## **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КОМПЬЮТЕРА ПРИ ИЗУЧЕНИИ ДИСЦИПЛИНЫ "ТЕОРИЯ МЕХАНИЗМОВ И МАШИН"**

### **USE OF THE COMPUTER IN THE STUDY OF DISCIPLINE "THEORY OF MECHANISMS AND MACHINES"**

Ключевые слова: кинематический анализ, механизм, скорость, ускорение.

Аннотация: в статье рассматривается совершенствование приемов обучения кинематическому анализу механизмов с использованием компьютера.

Keywords: kinematic analysis, mechanism, velocity, acceleration.

Summary: the article discusses the improvement of teaching methods of kinematic analysis of mechanisms using a computer.

Графические и графоаналитические методы широко используются при изучении теории механизмов и машин не только в силу их наглядности, но и вследствие того, что они развивают у курсантов инженерную интуицию, позволяющую оценивать кинематические возможности механизма по его кинематической схеме.

Для контроля результатов, полученных при использовании планов скоростей и ускорений, целесообразно иметь средства, позволяющие быстро провести аналитический расчет кинематических параметров. В [1] предложен аналитический метод решения задачи определения скоростей и ускорений, при котором сохраняется последовательность действий, используемая при графоаналитическом решении. Это приводит к применению отличающихся по форме систем уравнений, отражающих разные свойства и отношения исследуемых векторов, требует привлечения дополнительных знаний из аналитической геометрии, что в итоге усложняет расчет.

Рассмотрим векторный способ решения задач кинематического анализа механизмов, основанный на использовании метода векторных многоугольников и теоремах о скоростях и ускорениях точек твердого тела. При расчете сначала определяются положения звеньев, затем характеристики их вращательного движения, а по ним скорости и ускорения точек.

В качестве примера рассмотрен кинематический анализ механизма, данные о котором приведены в [1]. Его кинематическая схема показана на рис. 1.

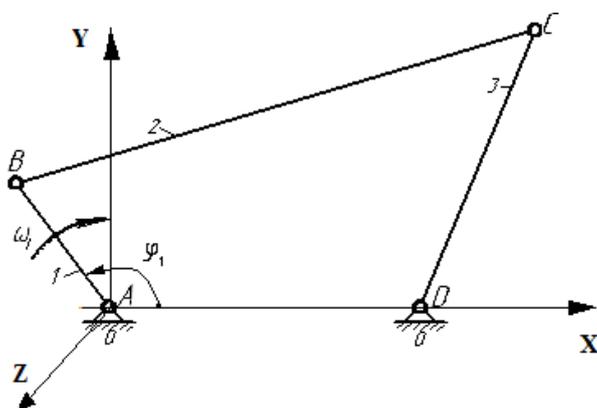


Рисунок 1 – Кинематическая схема шарнирного четырехзвенника

Исходные данные [1]:  $\omega_1 = 10 \text{ с}^{-1}$ ,  $l_{AB} = 0,1 \text{ м}$ ,  $l_{BC} = 0,3 \text{ м}$ ,  $l_{CD} = 0,25 \text{ м}$ ,  $l_{AD} = 0,2 \text{ м}$ ,  $\varphi_0 = 0^\circ$ , значение обобщенной координаты  $\varphi_1 = 30^\circ$ .

Звеньям механизма сопоставим соответствующие вектора  $\vec{l}_0$ ,  $\vec{l}_1$ ,  $\vec{l}_2$  и  $\vec{l}_3$  (рис. 2). Модули векторов равны длинам звеньев  $l_1 = l_{AB}$ ,  $l_2 = l_{BC}$ ,  $l_3 = l_{CD}$ ,  $l_0 = l_{AD}$ .

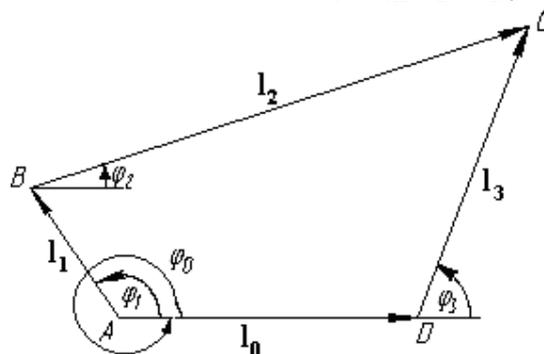


Рисунок 2 – Векторный многоугольник шарнирного четырехзвенника

Векторы  $\bar{l}_0$  и  $\bar{l}_1$ , модули и ориентация которых известны, необходимо представить в виде:

$$l_0 = \begin{bmatrix} l_0 \cdot \cos \varphi_0 \\ l_0 \cdot \sin \varphi_0 \\ 0 \end{bmatrix}, l_1 = \begin{bmatrix} l_1 \cdot \cos \varphi_1 \\ l_1 \cdot \sin \varphi_1 \\ 0 \end{bmatrix} \quad (1)$$

Аналогично это будет выглядеть и в программе MathCAD. Здесь и далее запись вида:

$$l := \begin{pmatrix} l_x \\ l_y \\ l_z \end{pmatrix}$$

следует понимать как вектор  $\bar{l} = l_x \mathbf{i} + l_y \mathbf{j} + l_z \mathbf{k}$ , где  $\mathbf{i}, \mathbf{j}, \mathbf{k}$  – орты осей координат.

Вектор угловой скорости кривошипа в проекциях на оси координат:

$$\omega_1 = \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ -\omega_1 \end{pmatrix}$$

Скорость точки  $B$  найдем по формуле:

$$\bar{V}_B = \bar{\omega}_1 \times \bar{l}_1. \quad (2)$$

В программе MathCAD это будет выглядеть следующим образом:

$$\omega_1 = \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ -10 \end{pmatrix} \quad Vb := \omega_1 \times l_1 \quad Vb = \begin{pmatrix} 0.5 \\ -0.866 \\ 0 \end{pmatrix} \quad |Vb|=1$$

Для определения скоростей других точек звеньев механизма необходимо найти положения векторов  $\bar{l}_2$  и  $\bar{l}_3$ . Воспользуемся уравнением замкнутости векторного многоугольника, показанного на рис. 2.

$$\bar{l}_1 + \bar{l}_2 = \bar{l}_0 + \bar{l}_3, \quad |\bar{l}_2| = l_{BC}, \quad |\bar{l}_3| = l_{CD} \quad (3)$$

Это векторное уравнение может быть решено с помощью вычислительного блока Given/Find [2], для чего необходимо задать начальные значения проекций векторов  $\bar{l}_2$  и  $\bar{l}_3$  на оси координат (3).

Кроме того, уравнение замкнутости векторного многоугольника необходимо дополнить уравнениями, определяющими длины данных векторов (2):

$$l_2 = \begin{pmatrix} 1 \\ 1 \\ 0 \end{pmatrix}, \quad l_3 = \begin{pmatrix} 1 \\ 1 \\ 0 \end{pmatrix} \quad (4)$$

В программе MathCAD определение векторов  $\bar{l}_2$  и  $\bar{l}_3$  будет выглядеть следующим образом:

$$l_2 := \begin{pmatrix} 1 \\ 1 \\ 0 \end{pmatrix}, \quad l_3 := \begin{pmatrix} 1 \\ 1 \\ 0 \end{pmatrix}$$

Given

$$l_1 + l_2 = l_0 + l_3$$

$$|l_2| = l_{BC} \quad |l_3| = l_{CD}$$

$$\Lambda := \text{Find}(l_2, l_3)$$

$$\Lambda = \begin{pmatrix} \{3.1\} \\ \{3.1\} \end{pmatrix} \quad l_2 := \Lambda_0 \quad l_3 := \Lambda_1$$

$$l_1 = \begin{pmatrix} 0.087 \\ 0.05 \\ 0 \end{pmatrix} \quad l_2 = \begin{pmatrix} 0.257 \\ 0.155 \\ 0 \end{pmatrix} \quad l_3 = \begin{pmatrix} 0.144 \\ 0.205 \\ 0 \end{pmatrix} \quad l_0 := \begin{pmatrix} 0.2 \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix}.$$

Векторы  $\bar{l}_0$  и  $\bar{l}_1$  найдены по формулам (1).

Скорость точки С определяется из векторного уравнения:

$$\bar{V}_C = \bar{V}_B + \bar{V}_{CB} \quad (5)$$

Выразив скорости, входящие в (4), через заменяющие векторы звеньев и угловые скорости, получим уравнение

$$\bar{\omega}_3 \times \bar{l}_3 = \bar{V}_B + \bar{\omega}_2 \times \bar{l}_2 \quad (6)$$

В этом уравнении неизвестны модули векторов  $\bar{\omega}_2$  и  $\bar{\omega}_3$ , которые также можно найти с помощью вычислительного блока Given/Find.

$$\omega_2 := \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ 1 \end{pmatrix} \quad \omega_3 := \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ 1 \end{pmatrix}$$

Given

$$\omega_3 \times l_3 = Vb + \omega_2 \times l_2$$

$$\Omega_{23} := \text{Find}(\omega_2, \omega_3)$$

$$\Omega_{23} = \begin{pmatrix} \{3.1\} \\ \{3.1\} \end{pmatrix} \quad \omega_2 := \Omega_{23_0} \quad \omega_3 := \Omega_{23_1}$$

$$\omega_2 = \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ 3.465 \end{pmatrix} \quad \omega_3 = \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ 0.174 \end{pmatrix}.$$

Перед решающим блоком заданы начальные значения проекций векторов  $\bar{\omega}_2$  и  $\bar{\omega}_3$  на оси координат. Используя векторные выражения, найдем требуемые скорости точек звеньев:

$$\bar{V}_C = \bar{\omega}_3 \times \bar{l}_3, \quad \bar{V}_{CB} = \bar{\omega}_2 \times \bar{l}_2$$

В программе MathCAD это будет выглядеть следующим образом:

$$V_c := \omega_3 \times B \quad V_c = \begin{pmatrix} -0.036 \\ 0.025 \\ 0 \end{pmatrix} \quad |V_c| = 0.043$$

$$V_{cb} := \omega_2 \times l_2 \quad V_{cb} = \begin{pmatrix} -0.536 \\ 0.891 \\ 0 \end{pmatrix} \quad |V_{cb}| = 1.04$$

Зная проекции векторов на оси координат, легко определить углы между найденными векторами и осями. Перейдем к определению ускорений точек. Ускорение точки  $B$  находим по формуле:

$$\bar{a}_B = \bar{\omega}_1 \times \bar{V}_B$$

Соответствующий фрагмент в MathCAD имеет вид:

$$A_b := \omega_1 \times V_b \quad A_b = \begin{pmatrix} -8.66 \\ -5 \\ 0 \end{pmatrix} \quad |A_b| = 10$$

Для определения ускорения точки  $C$  используем векторные уравнения

$$\begin{aligned} \bar{a}_C &= \bar{a}_B + \bar{a}_{CB}^n + \bar{a}_{CB}^{\tau}, \\ \bar{a}_C &= \bar{a}_D + \bar{a}_{CD}^n + \bar{a}_{CD}^{\tau} \end{aligned} \quad (7)$$

Приравняв правые части, заменим (5) одним уравнением. Выразив ускорения через заменяющие векторы звеньев, угловые скорости и угловые ускорения получим уравнение для определения кинематических характеристик вращательного движения звеньев:

$$\bar{a}_{CD}^n + \bar{a}_{CD}^{\tau} = \bar{a}_B + \bar{a}_{CB}^n + \bar{a}_{CB}^{\tau}$$

После замены получим:

$$\bar{\omega}_3 \times \bar{V}_C + \bar{\varepsilon}_3 \times \bar{l}_3 = \bar{a}_B + \bar{\omega}_2 \times \bar{V}_{CB} + \bar{\varepsilon}_2 \times \bar{l}_2$$

Опять используем вычислительный блок Given/Find, чтобы найти модули угловых ускорений:

$$\varepsilon_2 := \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ 1 \end{pmatrix} \quad \varepsilon_3 := \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ 1 \end{pmatrix}$$

Given

$$\omega_3 \times V_c + \varepsilon_3 \times l_3 = A_b + \omega_2 \times V_{cb} + \varepsilon_2 \times l_2$$

$$E23 := \text{Find}(\varepsilon_2, \varepsilon_3)$$

$$E23 = \begin{pmatrix} \{3,1\} \\ \{3,1\} \end{pmatrix} \quad \varepsilon_2 := E23_0 \quad \varepsilon_3 := E23_1$$

$$\varepsilon_2 = \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ 101.672 \end{pmatrix} \quad \varepsilon_3 = \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ 134.231 \end{pmatrix}$$

Перед решающим блоком заданы начальные значения проекций векторов  $\bar{\varepsilon}_2$  и  $\bar{\varepsilon}_3$  на оси координат. Используя векторные выражения, найдем требуемые ускорения. Ускорения точки  $C$ :

$$\bar{a}_C^{\tau} = \bar{\varepsilon}_3 \times \bar{l}_3, \quad \bar{a}_C^n = \bar{\omega}_3 \times \bar{V}_C, \quad \bar{a}_C = \bar{a}_C^n + \bar{a}_C^{\tau}$$

В программе MathCAD это будет выглядеть следующим образом:

$$\begin{aligned} \text{Ac}\tau &:= \varepsilon_3 \times l_3 & \text{Ac}\tau &= \begin{pmatrix} -27.458 \\ 19.293 \\ 0 \end{pmatrix} & |\text{Ac}\tau| &= 33.558 \\ \text{Ac}n &:= \omega_3 \times V_c & \text{Ac}n &= \begin{pmatrix} -4.351 \times 10^{-3} \\ -6.192 \times 10^{-3} \\ 0 \end{pmatrix} & |\text{Ac}n| &= 7.568 \times 10^{-3} \\ \text{Ac} &:= \text{Ac}n + \text{Ac}\tau & \text{Ac} &= \begin{pmatrix} -27.462 \\ 19.286 \\ 0 \end{pmatrix} & |\text{Ac}| &= 33.558 \end{aligned}$$

Ускорения точки  $C$  относительно  $B$ :

$$\bar{a}_{CB}^{\tau} = \bar{\varepsilon}_2 \times \bar{l}_2, \quad \bar{a}_{CB}^n = \bar{\omega}_2 \times \bar{V}_{CB}, \quad \bar{a}_{CB} = \bar{a}_{CB}^n + \bar{a}_{CB}^{\tau}$$

Соответствующий фрагмент в MathCAD имеет вид:

$$\begin{aligned} \text{Ac}b\tau &:= \varepsilon_2 \times l_2 & \text{Ac}b\tau &= \begin{pmatrix} -15.714 \\ 26.142 \\ 0 \end{pmatrix} & |\text{Ac}b\tau| &= 30.502 \\ \text{Ac}bn &:= \omega_2 \times V_{cb} & \text{Ac}bn &= \begin{pmatrix} -3.088 \\ -1.856 \\ 0 \end{pmatrix} & |\text{Ac}bn| &= 3.603 \\ \text{Ac}b &:= \text{Ac}bn + \text{Ac}b\tau & \text{Ac}b &= \begin{pmatrix} -18.802 \\ 24.286 \\ 0 \end{pmatrix} & |\text{Ac}b| &= 30.714 \end{aligned}$$

Задавая различные значения обобщенной координаты  $\varphi_1$  механизма, можно получить полную картину изменения кинематических параметров за один оборот начального (входного) звена.

Таким образом, решение задач кинематического анализа механизмов на основе использования метода векторных многоугольников и угловых скоростей позволяет осуществить проверку результатов, полученных методом планов скоростей и ускорений, использующим классические формулы теоретической механики и теории механизмов и машин. Предложенный метод прост и использует единообразные по форме математические выражения.

Используя графические возможности программы MathCAD, можно построить кинематическую схему механизма в заданном положении, план скоростей и план ускорений. На рис. 3 и рис. 4 показан один из двух возможных вариантов сборки рассматриваемого механизма. Полюсы плана скоростей и плана

ускорений, приведенных на рисунках, совмещены с входной кинематической парой начального (входного) звена механизма. Векторы скоростей показаны линиями, состоящими из точек, а векторы ускорений – штрихпунктирными линиями. Звено, векторы скорости и ускорения его точек имеют один цвет.

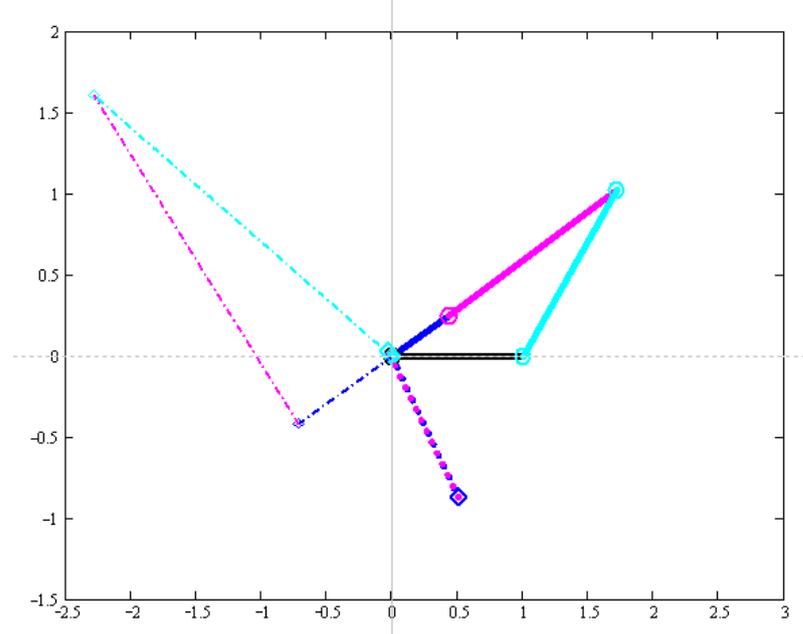


Рисунок 3 – Кинематическая схема, планы скоростей и ускорений шарнирного четырехзвенника при  $\varphi_1 = 30^\circ$

Для получения второго варианта сборки механизма необходимо изменить в (3) начальные значения проекций векторов  $\vec{l}_2$  и  $\vec{l}_3$  на оси координат. В программе MathCAD определение векторов  $\vec{l}_2$  и  $\vec{l}_3$  будет выглядеть следующим образом:

$$l_2 := \begin{pmatrix} 1 \\ -1 \\ 0 \end{pmatrix}, \quad l_3 := \begin{pmatrix} -1 \\ -1 \\ 0 \end{pmatrix}$$

Given

$$l_1 + l_2 = l_0 + l_3$$

$$|l_2| = l_{BC} \quad |l_3| = l_{CD}$$

$$\Lambda := \text{Find}(l_2, l_3)$$

$$\Lambda = \begin{pmatrix} \{3.1\} \\ \{3.1\} \end{pmatrix} \quad l_2 := \Lambda_0 \quad l_3 := \Lambda_1$$

$$l_1 = \begin{pmatrix} 0.087 \\ 0.05 \\ 0 \end{pmatrix} \quad l_2 = \begin{pmatrix} 0.059 \\ -0.294 \\ 0 \end{pmatrix} \quad l_3 = \begin{pmatrix} -0.054 \\ -0.244 \\ 0 \end{pmatrix} \quad l_0 = \begin{pmatrix} 0.2 \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix}$$

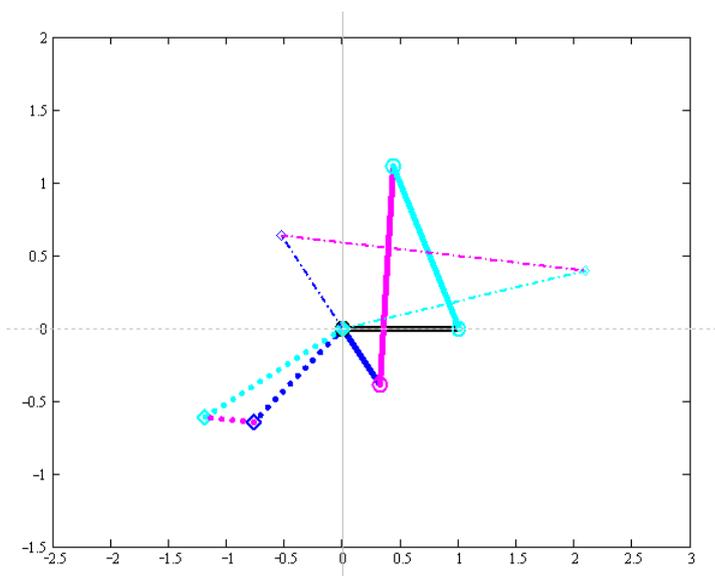


Рисунок 4 – Кинематическая схема, планы

скоростей и ускорений шарнирного четырехзвенника при  $\varphi_1 = 310^\circ$

На рис. 5 показан результат решения задачи о положениях, скоростях и ускорениях для второго варианта сборки механизма, показанного на рис. 1.

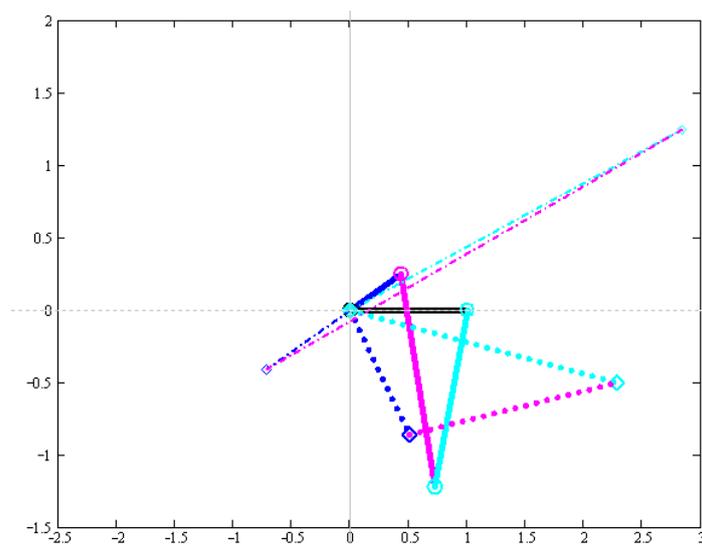


Рисунок 5 – Кинематическая схема, планы скоростей и ускорений второго варианта

сборки шарнирного четырехзвенника при  $\varphi_1 = 30^\circ$

#### Список литературы

1. Зиборов К.А. Решение векторных уравнений кинематики механизмов с помощью программы Mathcad / К.А. Зиборов, И.Н. Мацюк, Э.М. Шляхов // Теория механизмов и машин. 2008. №1(11). С. 64-70.
2. Кирьянов Д.В. Mathcad 14 / Д.В. Кирьянов. – СПб.: БХВ – Петербург, 2007. – 704 с.

© Ярыгин А.В., Сидоренко А.С., 2019

Всероссийская научно-практическая конференция  
для молодых ученых и студентов  
с международным участием

**АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ НАУКИ И ОБРАЗОВАНИЯ  
НА СОВРЕМЕННОМ ЭТАПЕ**

Сборник научных трудов по материалам Всероссийской  
научно-практической конференции 06-07 июня 2019 г.

Материалы сборника публикуются в авторской редакции

Компьютерная верстка «Институт экономики и права»

Сборник включен в Российский индекс научного цитирования (РИНЦ).



«Автомобильно-транспортный институт», г. Воронеж  
394000, г. Воронеж, ул. К. Маркса, 43.

Подписано в печать 27.06.2019 г.

Формат 60x84/16 Бумага офсетная. Гарнитура Таймс. Ризография.

Усл. печ. л. 24,0 Тираж 300 Заказ № 1052

Отпечатано в типографии

Воронежский ЦНТИ – филиал ФГБУ «РЭА» Минэнерго России

394036, г. Воронеж, пр. Революции, 30