



Научно-технический журнал

Орловского государственного технического университета

Издается с 2003 года

Выходит четыре раза в год

№ 1/28(587)2010

Январь-март

# Мир транспорта и технологических машин

Учредитель – государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Орловский государственный технический университет»

Редакционный совет:

**Голенков В.А.** д-р техн. наук, проф.,  
председатель

**Радченко С.Ю.** д-р техн. наук, проф.,  
зам. председателя

**Астафичев П.А.** д-р юр. наук, проф.

**Борзенков М.И.** канд. техн. наук, доц.

**Иванова Т.Н.** д-р техн. наук, проф.

**Колчунов В.И.** д-р техн. наук, проф.

**Константинов И.С.** д-р техн. наук,  
проф.

**Новиков А.Н.** д-р техн. наук, проф.

**Попова Л.В.** д-р экон. наук, проф.

**Степанов Ю.С.** д-р техн. наук, проф.

Главный редактор:

**Новиков А.Н.** д-р техн. наук, проф.

Зам. главного редактора:

**Катунин А.А.** канд. техн. наук

Редколлегия:

**Агуреев И.Е.** д-р техн. наук, проф.

**Бондаренко Е.В.** д-р техн. наук, проф.

**Глаголев С.Н.** д-р экон. наук, проф.

**Дидманидзе О.Н.** д-р техн. наук, проф.

**Корчагин В.А.** д-р техн. наук, проф.

**Лалин А.П.** д-р техн. наук, проф.

**Пучин Е.А.** д-р техн. наук, проф.

**Ременцов А.Н.** д-р пед. наук, проф.

**Родионов Ю.В.** д-р техн. наук, проф.

**Сазонов С.П.** канд. техн. наук, проф.

**Ушаков Л.С.** д-р техн. наук, проф.

Ответственный за выпуск:

**Акмиочкина И.В.**

Адрес редколлегии:

302030, г. Орел, ул. Московская, 77

(4862) 73-43-50

www.ostu.ru

E-mail: transport@ostu.ru

Зарегистрировано в Федеральной службе по надзору в сфере связи и массовых коммуникаций.

Свидетельство: ПИ № ФС77-35717

от 24.03.2009г.

Подписной индекс: 16376

по объединенному каталогу «Пресса России»

© ОрелГТУ, 2010



3

## Содержание

### Эксплуатация, ремонт, восстановление

*Корчагин В.А., Рмзаева Ю.Н.* Адаптивное управление открытыми автотранспортными социоприродоэкономическими системами 3

*Новиков А.Н., Кулев М.В., Кулев А.В.* Анализ влияния технических неисправностей транспортных средств на уровень дорожной безопасности

*Жуков В.В.* Исследование коррозионной стойкости оксидно-керамических покрытий *Мухаметдинов Э.М., Козадаев Р.А., Беляев А.И., Беляев Э.И.* К вопросу о формализации данных информационной системы дилерско-сервисного центра КАМАЗ

*Катунин А.А., Катунин А.В., Самойлов Н.Н.* Комбинированный метод отделочно-упрочняющей обработки головок шаровых пальцев

*Кулаков А.Т., Саханов И.А.* Методика и результаты расчетно-экспериментального исследования деформации вкладышей

*Ломакин Д.О.* Методика комплексной оценки уровня качества автосервисных услуг *Бондаренко Е.В., Фаскиев Р.С., Фазуллин М.Р.* Обеспечение качества ремонтной окраски автомобилей оптимизацией работы окрасочно-сушильной камеры *Ловыгина Н.В., Витвицкий Е.Е.* Обоснование необходимости учета влияния вероятностных величин технико-эксплуатационных показателей

*Бодров А.С., Лохматов Д.В.* Определение оптимального срока возобновления лакокрасочного покрытия пескоструйщика при ремонте

*Алдошин Н.В.* Переходные периоды при транспортировании техники на утилизацию *Мочалин С.М., Белозерова К.Б.* Применение принципов логистики в организации доставки грузов

*Баженев С.П., Толстых Е.В.* Расчет оптимальной структуры парка специализированной техники, обслуживающей сети водоснабжения, водоотведения и теплоснабжения городов

*Корчагин В.А., Клявин В.Э., Зеленцов М.В.* Эффективность мероприятий по освещению проезжей части

### Технологические машины

*Краснодудский Н.В., Земсков В.М., Краснодудский А.В.* Методика инженерного расчета параметров вибрационного наконечника установки для проходки горизонтальных скважин способом прокола

*Лускань О.А.* Определение кинематических параметров ориентирования штучных грузов на транспортно-технологическом импульсном конвейере

### Вопросы экологии

*А.П.Лалин, А.Л.Севостьянов, В.В.Недолужко* Очистка сточных вод от нефтепродуктов флотационными методами

*Васильева В.В.* Практические рекомендации по внедрению математического моделирования в мониторинговый анализ состояния акустической среды города

*Маврин В.Г., Макарова И.В., Хабибулин Р.Г.* Снижение воздействия автотранспорта на окружающую среду путем совершенствования системы автосервиса

### Образование и кадры

*Самойлова Т.В., Севостьянов А.Л.* Балльно-рейтинговая система в технологии обучения графическим дисциплинам технического вуза

*Новиков А.Н., Букалова Г.В.* Политика качества – средство оптимизации формирования компетентности выпускника вуза

*Брезгин Ю.Г.* Принципы проектирования процесса формирования ключевых управленческих компетенций специалиста с инженерно-техническим образованием на разных уровнях обучения в многоуровневом ОрелГТУ

## ЭКСПЛУАТАЦИЯ, РЕМОНТ, ВОССТАНОВЛЕНИЕ

УДК 656.13:56.011.54/56

В.А. КОРЧАГИН, Ю.Н. РИЗАЕВА

### АДАПТИВНОЕ УПРАВЛЕНИЕ ОТКРЫТЫМИ АВТОТРАНСПОРТНЫМИ СОЦИОПРИРОДОЭКОНОМИЧЕСКИМИ СИСТЕМАМИ

*На основе системного подхода разработаны концептуальные и теоретические положения инструментария поиска оптимальных управленческих решений методами адаптивно-имитационного моделирования при функционировании открытых автотранспортных социоприродоэкономических систем (СПЭС) в реальных условиях эксплуатации транспортных средств. Предложенные научно-методические основы позволяют учесть стохастичность исследуемых процессов, взаимодействия с внешней и окружающей средами и включать нелинейные технологические и экономические взаимосвязи в моделируемой системе и в СПЭС.*

**Ключевые слова:** адаптивное управление, автотранспортные системы, окружающая среда.

*On the basis of the system approach conceptual and theoretical positions instrumentarija search of optimum administrative decisions by methods of adaptive-imitating modelling are developed at functioning of open motor transportation social natural economic systems (SNES) in actual practice operation of vehicles. The offered scientifically-methodical bases allow to consider stochasticity of investigated processes, interactions with external and surrounding environments and vklju-chat nonlinear technological and economic interrelations in modelled system and in SNES.*

**Keywords:** adaptive management, motor transportation systems, environment

В настоящее время перед человечеством остро стоит проблема улучшения качества окружающей среды (ОС) для существования и развития нынешних и будущих поколений. Эту проблему можно решить, только обеспечив устойчивое и гармоничное развитие человечества и биосферы. В традиционной экономической теории явно выражены материальные устремления и только в некоторых случаях, социальные. Необходимо введение в экономические модели дополнительных новых измерений: биологических, психологических, информационных на основе получения системой объективной ценности. Экономическая наука оказалась самой консервативной, стоящей на позициях тысячелетней давности.

Современное состояние проблемы требует на основе логистического подхода эколого-экономического анализа взаимоотношений производства и окружающей среды, введения в экономическую теорию концептуальных положений и обобщений, выражающих причинно-следственные связи между экономическими и природными системами. С учетом глобальных тенденций загрязнения окружающей среды очевидна необходимость в разработке новой, экологически безопасной стратегии развития общества и его хозяйства.

Истоки социально-экологического кризиса лежат в сфере отношений человека к природе и к самому себе. Эти отношения развертываются и воплощаются культурой. Человек видит окружающий мир глазами своей культуры, оценивает свое место в мире, состояние отношений с ним и происходящие изменения, исходя из мировоззренческих установок и основных систем ценностей, и воздействует на этот мир с помощью развитых, благодаря той же культуре, технических средств, применяемых в соответствии с выработанными ею принципами и нормами деятельности. Характерно, что в эколого-

прогностических работах последних лет культуре стали уделять все больше внимания. Наметился отказ от прежних попыток истолковать научно-технический и экономический рост как ведущую силу развития отношений человека и природы и самоосуществления человека. Поиск «рычага» для воздействия на социально-экологические изменения привел теперь к пониманию необходимости пересмотра потребностей, целей, ценностей, основных социально-культурных ориентаций, образов мира и образов будущего, поддержания экологического равновесия на глобальном уровне, борьба с загрязнением среды и истощением ресурсов.

Традиционные подходы к управлению в основном направлены на решение текущих проблем, но не ориентированы на принятие управленческих решений в будущих условиях. Рынок как экономическая система отношений в сфере производства и реализации товаров и услуг строго и определенно диктует свои требования к формированию прогнозных показателей, обеспечивающих социальную защищенность потребителя, механизм кредитования (инвестирования), ценообразования и налогообложения, направленных на достижение экономических интересов субъектов хозяйствования. В условиях преобразования экономических отношений, неравномерности и ограниченной предсказуемости происходящих процессов важно определить тенденции и границы наиболее вероятного развития, предусмотрев качественно различные сценарии – оптимистический, умеренно оптимистический и пессимистический, и соответственно, выработать альтернативные варианты управленческих решений.

Поэтому наряду с традиционными подходами в управлении возможно использование прогнозно-адаптивного управления, основанного на определении целевых показателей деятельности в будущем периоде по результатам прогнозирования развития рынка с использованием экономико-математических и имитационных моделей.

При прогнозно-адаптивном управлении внешние факторы анализируются до того, как получен результат деятельности автотранспортной социоприродоэкономической системы. При этом блок управления получает информацию об изменении значения фактора одновременно с управляемым объектом или, при наличии прогноза, даже раньше, и принимаются меры по нейтрализации его влияния (отрицательная связь), либо по согласованию мер для увеличения его положительного эффекта. Научно обоснованная правильная реакция возможна лишь при тщательном изучении СПЭС, построении максимально точной модели влияния всех факторов и наличии необходимой и объективной информации, адекватно отображающей внешнюю и окружающую среды функционирования и сам объект управления.

Методологической основой прогнозно-адаптивного управления является системный подход - обеспечение адекватного соответствия связей между элементами, обеспечения целенаправленного функционирования и взаимодействия с внешней и окружающей средами в моделируемой системе и в ее модели.

Для осуществления прогнозно-адаптивного управления необходимо не только понимание сущности нового метода, не только наличие моделей управляемого процесса и соответствующей информационно-вычислительной техники, но, прежде всего, вытекающее из системных принципов создание на соответствующем уровне органов, основной функцией которых является осуществление текущего прогнозно-адаптивного управления. Метод имитационного моделирования позволяет с научной точки зрения учесть стохастичность исследуемых процессов и включить в экономическое исследование нелинейные технологические и экономические взаимосвязи. Главной функцией имитационных моделей является воспроизведение с заданной степенью точности прогнозируемых параметров их функционирования, представляющих исследовательский интерес.

Процесс получения оптимального управленческого решения методами адаптивно-имитационного моделирования имеет циклический характер и состоит из нескольких этапов

(рисунок 1):

1. Формулировка комплекса задач исследования. Особенностью имитационного моделирования СПЭС является снятие требования единственности целевого функционала и возможность присоединить к главной цели, например, достижению наименьшей себестоимости производства или продукции, дополнительных требований, которые будут обязательно учитываться при поиске оптимальных вариантов управления СПЭС.

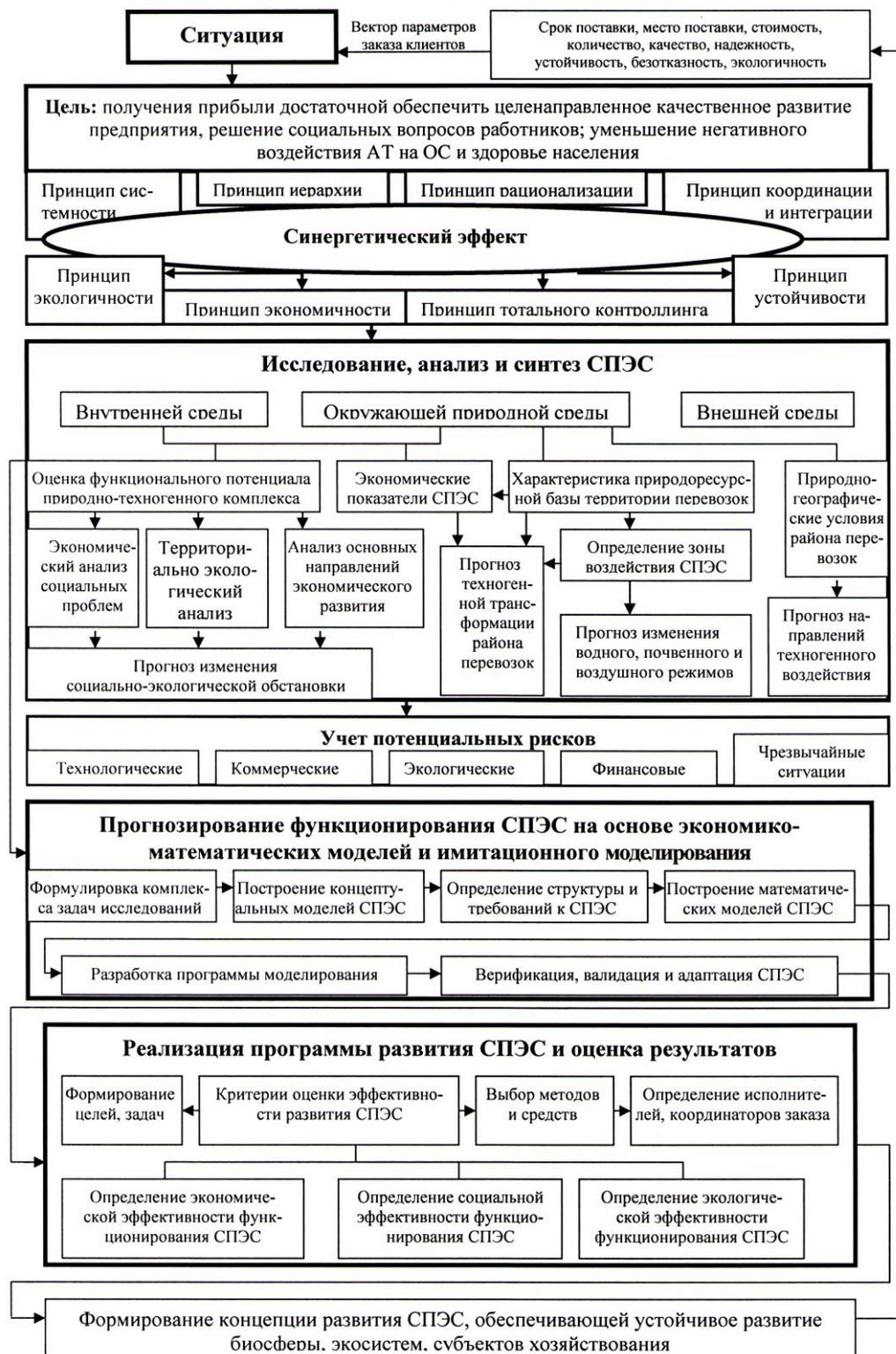


Рисунок 1 – Системное представление структуры адаптивного управления СПЭС

2. Построение концептуальных моделей объектов предполагает изучение системных свойств объектов, взаимосвязей между их элементами и внешней и окружающей природной средой, структуризацию и выделение подсистем. Эти модели очень важны для исследовательских задач, в них должны содержаться гипотетические представления о природе взаимосвязей в объектах, которые должны быть либо подтверждены, либо опровергнуты с четким разграничением бесспорных моментов и исследовательских гипотез, которые могут быть уточнены в процессе экспериментов.

3. Определение структуры и требований к моделируемым программам. Структура и требования к программам определяют ход и выполнение последующих этапов реализации исследований.

4. Построение математических моделей исследуемых систем. Завершается окончательная формализация функционирования исследуемых систем в виде последовательности преобразований характеристик различных состояний систем.

5. Разработка программ моделирования. Написание программ начинается с их математического содержания. Прежде всего, это преобразование математических описаний элементов и учитываемых внешних воздействий к виду, который позволит реализовать пошаговое осуществление процесса функционирования на конкретных ЭВМ.

6. Верификация, валидация и адаптация имитационных моделей. Заключительные этапы работы по построению моделей не менее важны по степени ответственности.

Применение прогнозно-адаптивной системы управления (СУ) обеспечивает достижение синергетического эффекта и получение более высокой и стабильной прибыли.

Предлагаемый подход позволяет обеспечить системное взаимодействие связей фирмы с внешней средой, окружающей природной средой - ресурсами - бизнес-процессами - результатами. СПЭС способна адекватно реагировать на изменения рынка с одновременной оптимизацией структуры ресурсного потенциала в конкурентоспособный потенциал. Через этот механизм обеспечивается устойчивое и долговременное конкурентное развитие СПЭС на основе принятия компромиссных решений.

Реализацию свойства адаптивности в производственной системе грузового автотранспортного предприятия предлагается осуществлять посредством формирования адаптивной (СУ). Отличительной особенностью данной системы управления является ее направленность на обеспечение способности предприятия реагировать на изменения факторов внешней, внутренней и окружающей сред при выполнении условия минимизации затрат времени, ресурсов и массы выбросов вредных веществ. При этом определенный интерес представляет организационно-методическое обеспечение реализации и дальнейшего развития адаптивной системы управления автотранспортной СПЭС. Несмотря на существующий ряд исследований, посвященных проблеме адаптивного управления, ее отдельные аспекты требуют дальнейшей разработки и уточнения с учетом специфики автотранспортной деятельности.

Наиболее совершенными по качеству управления являются адаптивные СУ, обладающие способностью приспосабливаться к изменению внешних условий и учитывающие современные требования сохранения качества окружающей среды; экологические и социально-политические аспекты в управлении объектов. Адаптивные СУ предназначаются для управления объектами в условиях неполной или недостоверной информации о возмущающих воздействиях на ОУ при непредсказуемой изменчивости параметров СУ (в условиях статистической неопределенности).

Адаптивная СУ основана на интеграции аспектов формирования, функционирования, совершенствования и перспективного развития объектов, придания им свойств гибкости, адаптивности к изменениям рыночных ситуаций, а также способности к восстановлению устойчивого состояния при возникающих нарушениях и сбоях при продвижении ресурсов.

Рассматриваемая концепция прогнозно-адаптивной СУ нацелена на повышение гибкости объектов управления, их быстрого реактивного приспособления к рыночным вызовам и ситуациям при сохранении устойчивости предприятия. Гибкость достигается путем структурного развития организаций, расширения информационного пространства, в котором взаимодействуют участники экономических отношений, обеспечивая координацию своих действий.

Адаптивное управление СПЭС представляет собой логистическую систему, образованную множеством предприятий: изготовителей продукции, поставщиков сырья и материалов, распределительных складов и терминалов, дистрибуторов, провайдеров, экспедиторов, транспортных, страховых компаний, торговых структур. Все они призваны согласованно взаимодействовать в общем информационном пространстве, управляя материальными и финансовыми ресурсами и гибко координируя свои бизнес-решения в случаях изменений рыночной ситуации или сбоев в работе цепей поставок. Такой коллективный бизнес, нацеленный на всеобщую и индивидуальную поддержку системы, позволяет в конечном счете снизить издержки и предотвратить потенциальные убытки.

Основное отличие прогнозно-адаптивной СУ от традиционных методов управления заключается в создании дополнительного структурно-функционального резерва из альтернативных поставщиков ресурсов для возможности оперативного маневра с целью учета колебаний спроса на эти ресурсы, появление заказов на новые продукты и транспортные услуги. Если при традиционной системе управления решение о принятии или отклонении заказа осуществляется, исходя из возможностей существующей стабильной структуры СПЭС, то адаптивная СПЭС создает потенциал формирования новых структур с учетом индивидуальных характеристик заказа, изменения объемов поставок или при необходимости внесения оперативных изменений в ход выполнения уже принятых заказов.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Корчагин, В.А. Инновационная экоекономика: Монография; в 2-х ч. Ч.1. Фундаментальные основы равновесия между окружающей средой и экоекономикой [Текст]/В.А.Корчагин. - Липецк: Изд-во ЛЭГИ, 2009.- 130с.
2. Корчагин, В. Методические основы управления потоковыми процессами на автомобильном транспорте: учебное пособие/В.Корчагин, С.Ляпин.- Липецк: ЛГТУ, 2007. – 246с.
3. Миротин, Л.Б. Логистические цепи сложно-технологических производств: учеб пособие/Л.Б. Миротин, В.А.Корчагин., С.А. Ляпин.- М.: Экзамен, 2005.-288с.

### **Корчагин Виктор Алексеевич**

Липецкий государственный технический университет, г. Липецк  
Заслуженный деятель науки РФ, доктор технических наук, профессор, зав. кафедрой «Управление автотранспортом»  
Тел. 8-4742-328207.

### **Ризаева Юлия Николаевна**

Липецкий государственный технический университет, г. Липецк  
Кандидат экономических наук, доцент кафедры «Управление автотранспортом»  
Тел. 8-4742-328086.  
e-mail: rizaeva.u.n@yandex.ru

А.Н. НОВИКОВ, М.В. КУЛЕВ, А.В. КУЛЕВ

## АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ ТЕХНИЧЕСКИХ НЕИСПРАВНОСТЕЙ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ НА УРОВЕНЬ ДОРОЖНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

*В статье рассмотрены основные виды дорожно-транспортных происшествий (ДТП), произведен анализ неисправностей, оказывающих влияние на уровень дорожной безопасности транспортных средств*

**Ключевые слова:** дорожно-транспортное происшествие, неисправность, безопасность, транспортное средство

*The main kinds of traffic accidents (TA) are considered in the paper. The analysis of faultinesses affecting the level of carrier traffic safety is carried out.*

**Key words:** traffic accident, faultiness, safety, carrier.

По данным ООН ежегодно в мире, в результате дорожно-транспортных происшествий погибает более 1,2 млн. человек, 20 – 50 млн. получают травмы, а суммарные экономические потери превышают 500 млрд. долларов. Огромный ущерб, который наносит государствам дорожно-транспортный травматизм, позволяет отнести его к основным угрозам современности [1].

Прогноз динамики дорожно-транспортных происшествий в мире, проведенный международными экспертами, свидетельствует о том, что, если не предпринять необходимых мер, смертность и инвалидность к 2020 году возрастут на 67%, травматизм от ДТП с девятого поднимется на третий уровень по значимости глобальной причины смертности [1].

За период с 1996 г. по 2009 г. в России произошло 2664556 (рисунок 1) дорожно-транспортных происшествий, в которых погибли 435742 человек (рисунок 2), получили ранения 3180794 человек (рисунок 3). Ежегодно в России погибают около 30 тысяч человек, получают ранения свыше 170 тысяч человек, из которых более 10 тысяч становятся инвалидами [2].

Принятие федеральной целевой программы «Повышение безопасности дорожного движения в 2006 – 2012 гг.», а затем и региональных и муниципальных программ значительно активизировало действия государства, направленные на снижение дорожно-транспортного травматизма. Реализация этой программы направлена на сокращение числа погибших в ДТП к 2012 г. в полтора раза по сравнению с 2004 г. В ней предусмотрено принятие организационно-плановых и инженерных мер улучшения организации движения транспорта и пешеходов, развитие системы оказания помощи пострадавшим в ДТП, совершенствование нормативных правовых, методических и организационных основ системы управления в области обеспечения безопасности дорожного движения. Сюда же входят мероприятия по формированию правового сознания, предупреждению опасного поведения участников дорожного движения [1].

Реализация государственных мероприятий, начатых с 2005 года, отразилась и на основных показателях в сфере безопасности дорожного движения. Так, в 2006 г. по

сравнению с 2005 г. число погибших в ДТП сократилось на 1233, что свидетельствует об активной деятельности в этом направлении. В 2009 году продолжилась наметившаяся по итогам 2008 года тенденция снижения основных показателей аварийности: по сравнению с аналогичным периодом прошлого года количество ДТП, число погибших и раненых в них людей уменьшилось на 6,7%, 12,9% и 5,1% соответственно [2].

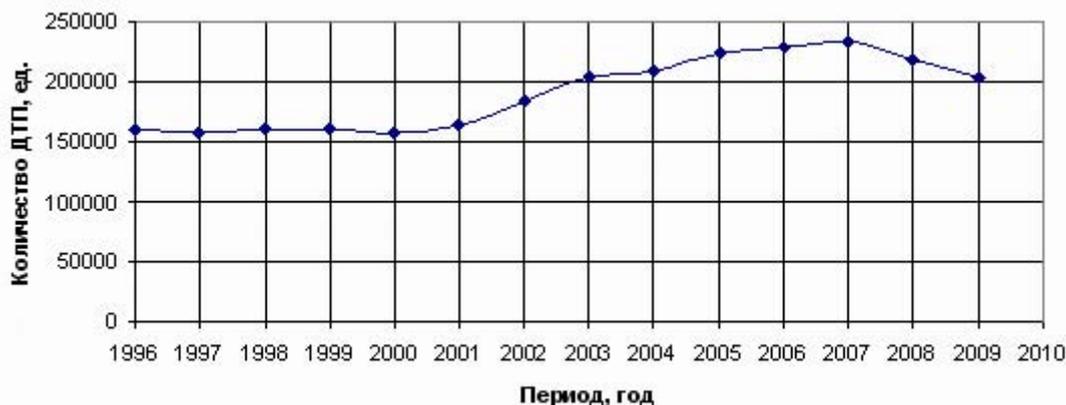


Рисунок 1 – Общее количество ДТП в России за период 1996 – 2009 гг.

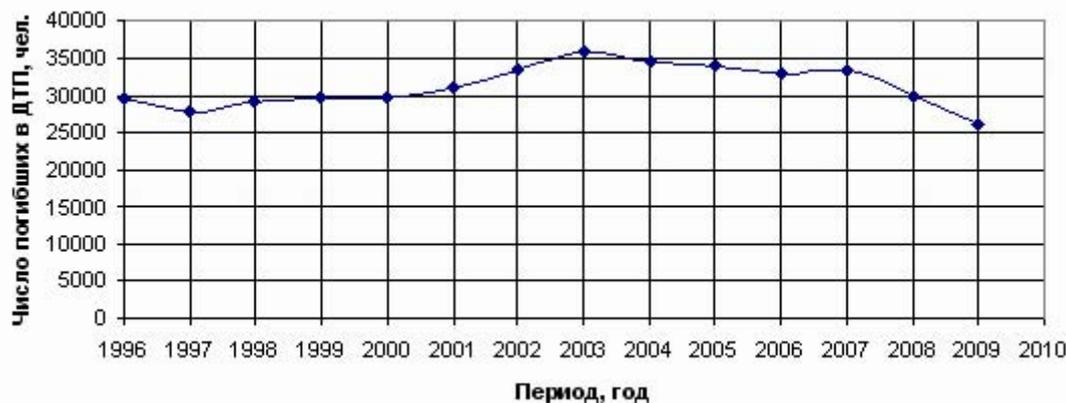


Рисунок 2 – Число погибших в ДТП в России за период 1996 – 2009 гг.



Рисунок 3 – Число раненых в ДТП в России за период 1996 – 2009 гг.

В составе автопарка страны преобладают транспортные средства, имеющие низкий исходный технический уровень и неудовлетворительное техническое состояние в

эксплуатации. Согласно исследованиям, неудовлетворительное техническое состояние транспортных средств является причиной 4% дорожно-транспортных происшествий, а в 10% случаев существенно увеличивает тяжесть их последствий. В 2009 году в ходе прохождения государственного технического осмотра (ГТО) признано неисправными более 4 млн. ед. АМТС, что составляет более 18% от общего числа представленных на технический осмотр транспортных средств. При этом из каждых 100 легковых автомобилей – 15 являлись неисправными, из 100 автобусов – 17, из 100 грузовых автомобилей – 18, из 100 мотоциклов – 31. Это оказывает заметное влияние на уровень дорожно-транспортной аварийности в стране [2].

Результаты проведенных исследований показали, что свыше 30% автотранспортных средств, участвовавших в ДТП, имели неисправности, с которыми запрещается их эксплуатация. Причем 29% от общего количества неисправных автомобилей имели неисправности тормозной системы, 20% – рулевого управления и 19% – светотехники (рисунок 4) [1, 2].

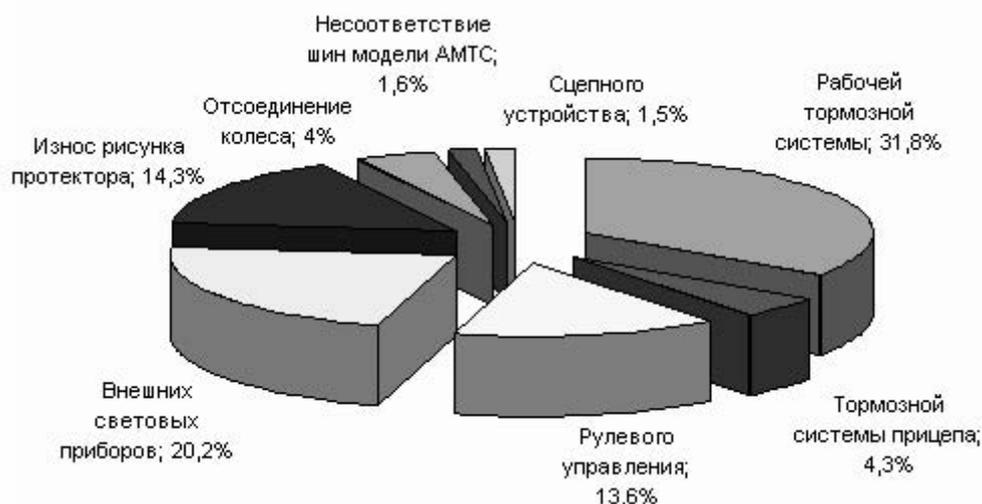


Рисунок 4 – Распределение количества ДТП по видам технических неисправностей транспортных средств

Согласно исследованиям, проведенным по анализу ДТП с выездом на место, установлено, что доля ДТП, обусловленных неисправностями транспортных средств, составляет 25% от общего количества ДТП – это выше данных официальной статистики более чем в 6 раз [1].

Данное положение во многом объясняется сложностью выявления причин ДТП после их совершения. Основные показатели, характеризующие ДТП из-за технической неисправности транспортных средств, нельзя признать объективно отражающими реальное положение. Это связано с невозможностью, в ряде случаев, определить реальное техническое состояние автомобиля в момент совершения ДТП, а также с определенными недостатками существующей практики их документирования и анализа. С учетом ежегодного прироста автомобильного парка, ожидается увеличение указанных выше цифр [1].

Кроме того, необходимо отметить, что тяжесть последствий (количество погибших на 100 пострадавших) таких ДТП характеризуется высоким значением и занимает второе место,

уступая происшествиям, связанным с нарушением правил дорожного движения (ПДД) пешеходами (рисунок 5) [2, 3].

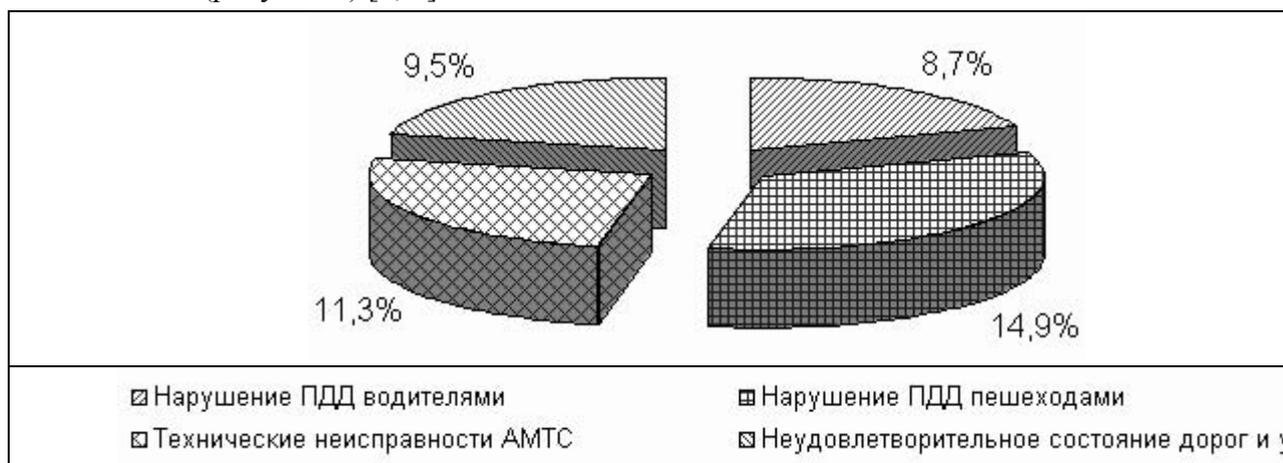


Рисунок 5 – Тяжесть последствий различных видов ДТП в Российской Федерации

Повышение дорожной безопасности автотранспорта и сокращение количества ДТП напрямую связано с совершенствованием системы организации и проведения государственного технического осмотра транспортных средств с широким использованием средств технического диагностирования. Таким образом, одним из основных механизмов повышения дорожной безопасности средств является ужесточение государственного регулирования в области автотранспорта.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Нургалиев, Р.Г. Тревожные будни / Р.Г.Нургадиев // Российская газета. - 2009. - №8. - С. 7.
2. Транспорт в России 2009: стат. сб./Росстат. Т65 М. 2010. 198 с.
3. Транспорт в Орловской области (2000 – 2009 гг.): стат. сб./Территориальный орган федеральной службы государственной статистики по Орловской области. Орел, 2010. 66 с.

### **Новиков Александр Николаевич**

Орловский государственный технический университет, Россия, г. Орел  
Доктор технических наук, профессор, зав.кафедрой «Сервис и ремонт машин»  
Тел.: +7 (4862) 74-43-50  
E-mail: srmostu@mail.ru

### **Кулев Максим Владимирович**

Орловский государственный технический университет, г. Орел  
Старший преподаватель кафедры «Сервис и ремонт машин»  
Тел.: +7(4862) 73-43-50  
E-mail: maxim.ka@mail.ru

### **Кулев Андрей Владимирович**

Орловский государственный технический университет, г. Орел  
Студент  
Тел.: +7(4862) 73-43-50  
E-mail: maxim.ka@mail.ru

УДК 620.192.4:621.794.61

В.В. ЖУКОВ

## ИССЛЕДОВАНИЕ КОРРОЗИОННОЙ СТОЙКОСТИ ОКСИДНО-КЕРАМИЧЕСКИХ ПОКРЫТИЙ

*Проведены исследования коррозионной стойкости оксидно-керамических покрытий сформированных на деталях из литейных алюминиевых сплавов с предварительно нанесенным электродуговой металлизацией (ЭДМ) подслоем. В результате проведенных исследований установлено, что наивысшей коррозионной стойкостью обладают покрытия, сформированные на нанесенном ЭДМ сплаве АМгб.*

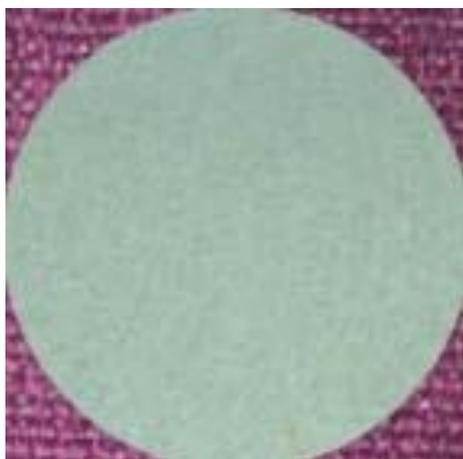
**Ключевые слова:** оксидно-керамические покрытия, микродуговое оксидирование, алюминиевые сплавы.

*The researches of corrosion resistance in oxide-ceramic coatings formed on parts made of cast aluminum alloys with the pre-coat pre-applied by means of arc spraying (AS) are carried out. As a result of the researches carried out there was established that the coatings formed on the alloy AMnб applied by AS have the highest corrosion resistance.*

**Key words:** oxide-ceramic coatings, microarc oxidation, aluminum alloys

Условия эксплуатации и агрессивные жидкости (тосол, антифриз, ионизированная вода), применяющиеся в системе охлаждения, приводят к значительным коррозионным разрушениям корпусных деталей двигателей внутреннего сгорания. Поэтому представляются необходимыми исследования, связанные с коррозионной стойкостью покрытий сформированных на деталях машин из алюминиевых сплавов.

Проведенные коррозионные испытания показали высокую защитную способность оксидно-керамических покрытий сформированных способом микродугового оксидирования (МДО). Наиболее показательны сравнительные испытания, которые показали, что вся поверхность образца без покрытия была разрушена, в то время как на поверхности образцов с оксидно-керамическим покрытием наблюдались незначительные очаги точечной коррозии (рисунок 1).



а)



б)

Рисунок 1 - Поверхность образцов после коррозионных испытаний:  
 а) образец с нанесенным ЭДМ сплавом АМг6 без покрытия;  
 б) образец с нанесенным сплавом АМг6 с покрытием

Результаты коррозионных испытаний образцов с покрытием (рисунки 2, 3, 4) свидетельствуют о том, что коррозионные показатели напрямую зависят от режимов МДО и марки нанесенных ЭДМ сплавов.

Анализируя влияние состава электролита на коррозионную стойкость оксидно-керамических покрытий, при неизменных остальных параметрах, можно отметить, что при увеличении концентрации КОН с 1 до 3 г/л потеря массы и скорость коррозии возрастает незначительно, однако дальнейшее повышение концентрации приводит к резкому ее росту.

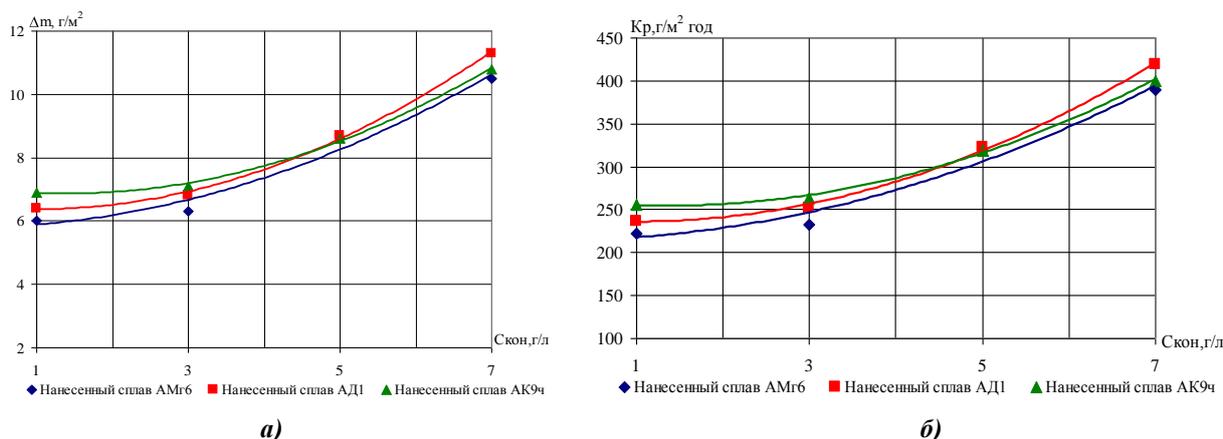


Рисунок 2 - Влияние концентрации КОН а) на потерю массы Δm, б) на скорость коррозии Kp в коррозионной среде 5% NaCl. Режимы формирования покрытия:  $D_T=20A/dm^2$ ,  $T=1,5ч$ ,  $C_{Na_2SiO_3}=10г/л$

Увеличение концентрации  $Na_2SiO_3$  в электролите до 10 г/л приводит к снижению потери массы и скорости коррозии на всех нанесенных ЭДМ сплавах. Дальнейшее повышение концентрации  $Na_2SiO_3$  приводит к ее повышению.

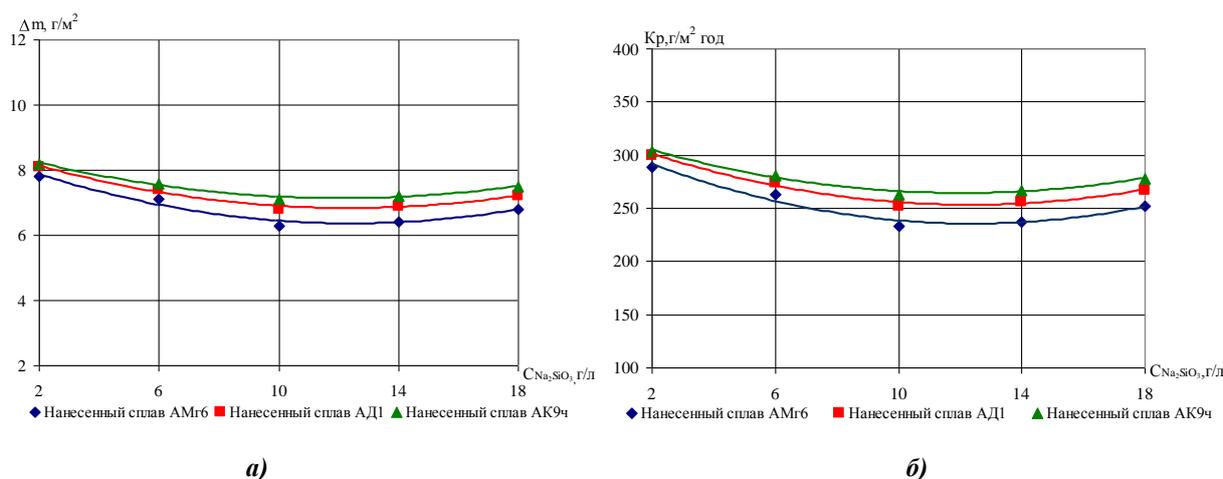


Рисунок 3 - Влияние концентрации  $Na_2SiO_3$  а) на потерю массы Δm, б) на скорость коррозии Kp в коррозионной среде 5% NaCl. Режимы формирования покрытия:  $D_T=20A/dm^2$ ,  $T=1,5ч$ ,  $C_{кон}=3г/л$

Оценивая влияние плотности тока на потерю массы и скорость коррозии формируемых покрытий, при постоянных остальных параметрах МДО, необходимо

отметить, что ее минимальное значение наблюдается при плотности тока 18-23 А/дм<sup>2</sup>. Увеличение плотности тока выше 23 А/дм<sup>2</sup> приводит к росту потери массы и скорости коррозии МДО-покрытия.

Наивысшей коррозионной стойкостью обладают покрытия, сформированные на нанесенном ЭДМ сплаве АМг6, поскольку магний, являясь вентильным металлом, в сплаве с алюминием образует плотные оксидные соединения с минимальной пористостью.

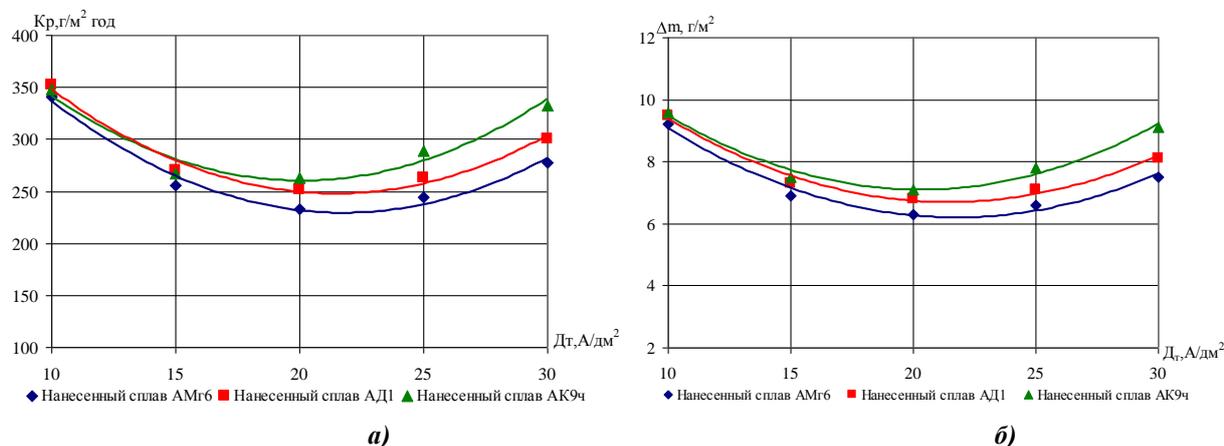


Рисунок 4 - Влияние плотности тока  $D_t$  а) на потерю массы  $\Delta m$ , б) на скорость коррозии  $K_p$  в коррозионной среде 5% NaCl. Режимы формирования покрытия:  $T=1,5ч$ ,  $C_{кон}=3г/л$ ,  $C_{Na_2SiO_3}=10г/л$

Проанализировав в совокупности влияния режимов МДО на коррозионную стойкость покрытий можно сделать вывод, что она практически прямо пропорционально зависит от сквозной пористости покрытий. Изначально под воздействием коррозионной среды происходит частичное выщелачивание силикатного осадка, на поверхности образуется защитная пленка кремнезема [1,2,3], препятствующая проникновению ионов хлора вглубь покрытия. Сквозные поры покрытия, являясь транспортными каналами, способствуют проникновению ионов хлора к алюминиевой подложке, в результате чего происходит ее растворение с последующим образованием гидроксида [1,4], под покрытием протекает коррозия. Поэтому, с целью дальнейшего повышения коррозионной стойкости можно предложить заполнение пор покрытия полимерными материалами (например фторопластом) [5].

## ЛИТЕРАТУРА

1. Черненко, В.И. Получение покрытий анодно-искровым электролизом [Текст] / В.И. Черненко, Л.А. Снежко, И.И. Потапова. – М. - Химия, 1991. – 128 с.
2. Снежко, Л.А. Исследование коррозионной стойкости сплавов алюминия с силикатными покрытиями [Текст] / Л.А. Снежко, Г.Б. Розенбойм, В.И. Черненко // Защита металлов. - 1981. – т.17, №5. – С.618-621.
3. Ефремов, А.П. Влияние токовых режимов микродугового оксидирования на повышение коррозионной стойкости деталей из алюминиевых сплавов [Текст] / А.П. Ефремов, А.В. Эпельфельд, Б.В. Харитонов // Защита от коррозии и охрана окружающей среды. – 1993.- №4.– С. 10-14.

4. Гордиенко, П.С. Электрохимическое формирование покрытий на алюминии и его сплавах при потенциалах искрения и пробоя [Текст] / П.С. Гордиенко, В.С. Руднев – Владивосток: Дальнаука, 1999. – 233 с.

5. Пат. 22374537 Российская Федерация. Способ восстановления изношенных привалочных плоскостей головок блока двигателей внутреннего сгорания из алюминиевых сплавов [Текст] / Новиков А.Н., Жуков В.В., Пронин В.В.; заявл. 20.04.06, БИ №11.

**Жуков Вячеслав Васильевич**

Орловский государственный технический университет, Россия, г. Орел  
Кандидат технических наук, доцент кафедры «Сервис и ремонт машин»  
Тел.: +7 (4862) 73-29-94  
E-mail: [zhukov-sl@mail.ru](mailto:zhukov-sl@mail.ru)

УДК 681.3

Э.М. МУХАМЕТДИНОВ, Р.А. КОЗАДАЕВ, А.И. БЕЛЯЕВ, Э.И. БЕЛЯЕВ

## К ВОПРОСУ О ФОРМАЛИЗАЦИИ ДАННЫХ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ДИЛЕРСКО-СЕРВИСНОГО ЦЕНТРА КАМАЗ

*В статье рассмотрены вопросы, связанные с проблемами использования информационной системы в дилерско-сервисных центрах. Показаны основные методы формализации данных о деталях и узлах автомобилей КАМАЗ, а также алгоритм автоматизированного подбора перечня работ. Предложены решения по структуризации каталога запасных частей автомобилей КАМАЗ.*

**Ключевые слова:** фирменный сервис, дилерско-сервисный центр, формализация данных, информационная система

*In the article the problems of using information system in dealer-service centers are analyzing. The main methods of information about KAMAZ details and units formalization are shown. It is dealt with the algorithm of the list of works automated selection. The decisions of the spare parts catalogue structuring are given.*

**Key words:** firm service, dealer-service center, data formalization, information system

Современные предприятия фирменного обслуживания автомобилей представляют собой сложные организационно-технические системы, предлагающие большой перечень оказываемых услуг. Все возрастающий поток требований на поддержание работоспособности автомобилей заставляет искать новые пути эффективного управления сервисным обслуживанием. В современных условиях надежное функционирование такого предприятия невозможно представить без научного прогнозирования его деятельности, которое базируется на результатах анализа информации. От того, насколько эта информация будет актуальной, своевременной и полной, зависит качество оценки итогов прошедших периодов и прогноза будущей работы всех подразделений и служб предприятия.

Система фирменного обслуживания автомобилей является клиентоориентированной, то есть предлагающей комфортные условия для клиентов, что заставляет дилерско-сервисные центры искать новые пути совершенствования системы сервиса. Поскольку завод-изготовитель гарантирует каждому потребителю необходимый комплекс услуг при приобретении автомобиля, как в гарантийный, так и в постгарантийный периоды эксплуатации, тем самым повышая свою конкурентоспособность, дилерско-сервисная сеть должна гибко адаптироваться к все возрастающему потоку заявок на сервисное обслуживание.

Надежное функционирование подобной системы основывается на научном прогнозировании ее деятельности, а качество прогноза зависит от полноты и достоверности информации и надежности результатов ее анализа. Прогноз будущей работы всех подразделений и служб дилерско-сервисного центра базируется на результатах оценки итогов прошедших периодов, поэтому создание надежной системы сбора, хранения и движения информации – *информационной системы* – становится одним из факторов успешной организации фирменного обслуживания автомобильной техники. Информационные потоки в дилерско-сервисной сети, кроме всего прочего, позволяют

рационально оптимизировать движение материальных ценностей предприятия в обратном направлении.

Поскольку научное прогнозирование и принятие адекватных управленческих решений основываются на безошибочной и структурированной информации, достоверность которой можно проследить, актуальной становится задача реализации инструмента регистрации фактов обращений владельцев автомобилей на сервисное обслуживание. Для анализа структуры и количества дефектов узлов и агрегатов автомобиля необходимо заранее выделить признаки, по которым будет производиться выборка и группировка статистических данных. К таким признакам для деталей автомобилей КАМАЗ при описании дефекта можно отнести следующие:

- Группа и подгруппа узлов и агрегатов, в которую входит данная дефектная деталь;
- Дата изготовления детали;
- Наименование поставщика детали;
- Дата поставки детали;
- Номер партии, в которую вошла дефектная деталь;

Данные признаки должны фиксироваться при сборке автомобиля фирмой-производителем в виде электронного паспорта, который представляет собой полную информацию обо всех узлах и агрегатах автомобиля, записанную на физическом носителе. Однако, несмотря на актуальность задачи, в настоящее время исследования в направлении разработки электронного паспорта автомобиля не ведутся [1].

В общем случае, все признаки в виде записей должны храниться в единой базе данных, являющейся основой информационной системы дилерско-сервисного центра. Необходимость разработки такой системы доказывается повышением эффективности работы инженерно-технической службы за счет факторов, представленных на рисунке 1.



*Рисунок 1 - Факторы, определяющие повышение эффективности работы дилерско-сервисного центра при использовании информационных систем*

Формированию информационной системы дилерско-сервисного центра, как правило, препятствуют неразвитость информационно-коммуникационных средств и распыленность коммерческих информационных ресурсов. В отсутствие четкого представления об информационно-телекоммуникационных ресурсах предприятие не может полностью аккумулировать их для всестороннего использования, кроме того, оно подвергается ненужному риску ответственности за использование нелегальных копий. Для решения данной задачи необходимо проведение политики аудита информационного обеспечения предприятия. А это решение будет корректным только в том случае, когда проектирование информационной системы ведется комплексно, с учетом тех задач, которые стоят перед подразделениями. Выявление всех проблемных мест, установление связей между задачами способствует обеспечению возможности правильного выбора программных продуктов, оптимальных для условий конкретного предприятия [2].

Одной из наиболее важных проблем, препятствующих созданию интегрированной информационной системы дилерско-сервисного центра, является крайняя неформализованность имеющейся информации. Для того, чтобы решать не только учетные, но и аналитические задачи, необходимо, чтобы данные, фиксирующиеся на каждом участке, были единообразно организованы. Это способствует не только упрощению ввода информации, но и обеспечивает возможность дальнейшего ее анализа. В общем случае, при проектировании информационной системы должны быть проанализированы все процессы, происходящие в каждой из подсистем, разработаны единые формы ввода данных и классификаторы, обеспечивающие возможность получения требуемой аналитической информации.

В качестве примера такой проблемы для дилерской сети фирменного обслуживания автомобильной техники КАМАЗ можно привести отсутствие структурированной информации об узлах и агрегатах. Расширение модельного ряда автомобилей КАМАЗ сопровождается расширением номенклатуры запасных частей и появлением новых электронных каталогов. Однако при оказании сервисных услуг необходимо иметь доступ к каталогам запасных частей, информация в которых является упорядоченной и безошибочной. Это актуально как на стадии гарантийного обслуживания, так и в постгарантийный период.

Обозначение	Наименование	Номерной учет	Ед. изм.	Не печатать код	Примечание
33.1112001	распылитель	<input type="checkbox"/>	шт.	<input type="checkbox"/>	Система питания
33.1112001-01	распылитель	<input type="checkbox"/>	шт.	<input type="checkbox"/>	Система питания
236-1112111	распылитель	<input type="checkbox"/>	шт.	<input type="checkbox"/>	Система питания
273.1112110-50	распылитель	<input type="checkbox"/>	шт.	<input type="checkbox"/>	Система питания
272.1112001	распылитель	<input type="checkbox"/>	шт.	<input type="checkbox"/>	Система питания
331.1112110	распылитель	<input type="checkbox"/>	шт.	<input type="checkbox"/>	Система питания
273.1112110-21	распылитель	<input type="checkbox"/>	шт.	<input type="checkbox"/>	Система питания
273.1112110-51	распылитель	<input type="checkbox"/>	шт.	<input type="checkbox"/>	Система питания
906.1112110	распылитель	<input type="checkbox"/>	шт.	<input type="checkbox"/>	Система питания
905-1112110	распылитель	<input type="checkbox"/>	шт.	<input type="checkbox"/>	Система питания
--\	распылитель	<input type="checkbox"/>	шт.	<input checked="" type="checkbox"/>	
273-1112110	распылитель	<input type="checkbox"/>	шт.	<input type="checkbox"/>	Инф. из РА
A3ПИ904	Распылитель	<input type="checkbox"/>	шт.	<input type="checkbox"/>	Инф. из РА
0000000	распылитель "БОШ"	<input type="checkbox"/>	шт.	<input checked="" type="checkbox"/>	
4331719049	Распылитель 904 БОШ	<input type="checkbox"/>	шт.	<input type="checkbox"/>	Инф. из РА
0433171904	Распылитель BOSCH	<input type="checkbox"/>	шт.	<input type="checkbox"/>	
DLLA-148SV3142323	распылитель DLLA-148	<input type="checkbox"/>	шт.	<input type="checkbox"/>	Система питания
145-1112110	Распылитель на Д-243	<input type="checkbox"/>	шт.	<input checked="" type="checkbox"/>	
DLLA-148S1380	распылитель форсунки	<input type="checkbox"/>	шт.	<input type="checkbox"/>	
DLLA-148P1460	распылитель форсунки	<input type="checkbox"/>	шт.	<input type="checkbox"/>	

Рисунок 2 – Модуль работы с каталогом деталей и узлов автомобилей КАМАЗ

Как показано в примере на рисунке 2, при составлении рекламационных актов специалист может непреднамеренно ввести некорректный код детали. Это ведет к тому, что результаты анализа такой информации будут неадекватны; некорректные результаты анализа повлияют на состав и количество коммерческих и гарантийных запасных частей, необходимых для покрытия потребности автомобилей в ремонте. Отсутствие необходимых запасных частей приведет к затруднению выполнения гарантийных обязательств перед потребителями и простоем автомобилей в сервисной зоне, а простои автомобилей в свою очередь приведут к уменьшению прибыли и потере клиента.

Решение данной проблемы осуществляется с использованием эталонных значений деталей, применение которых не допускает использования неоднозначного кода детали и позволяет представлять информацию в структурированном виде. Для упрощения ввода эталонных значений предложена методика фильтрации списка деталей, позволяющая определить необходимый список деталей, входящих в эталонную путем фильтрации по коду и наименованию. Модуль «Определение эталонной записи», вид которого показан на рисунке 3, является наиболее удобным средством формализации информации по отказам деталей [3].

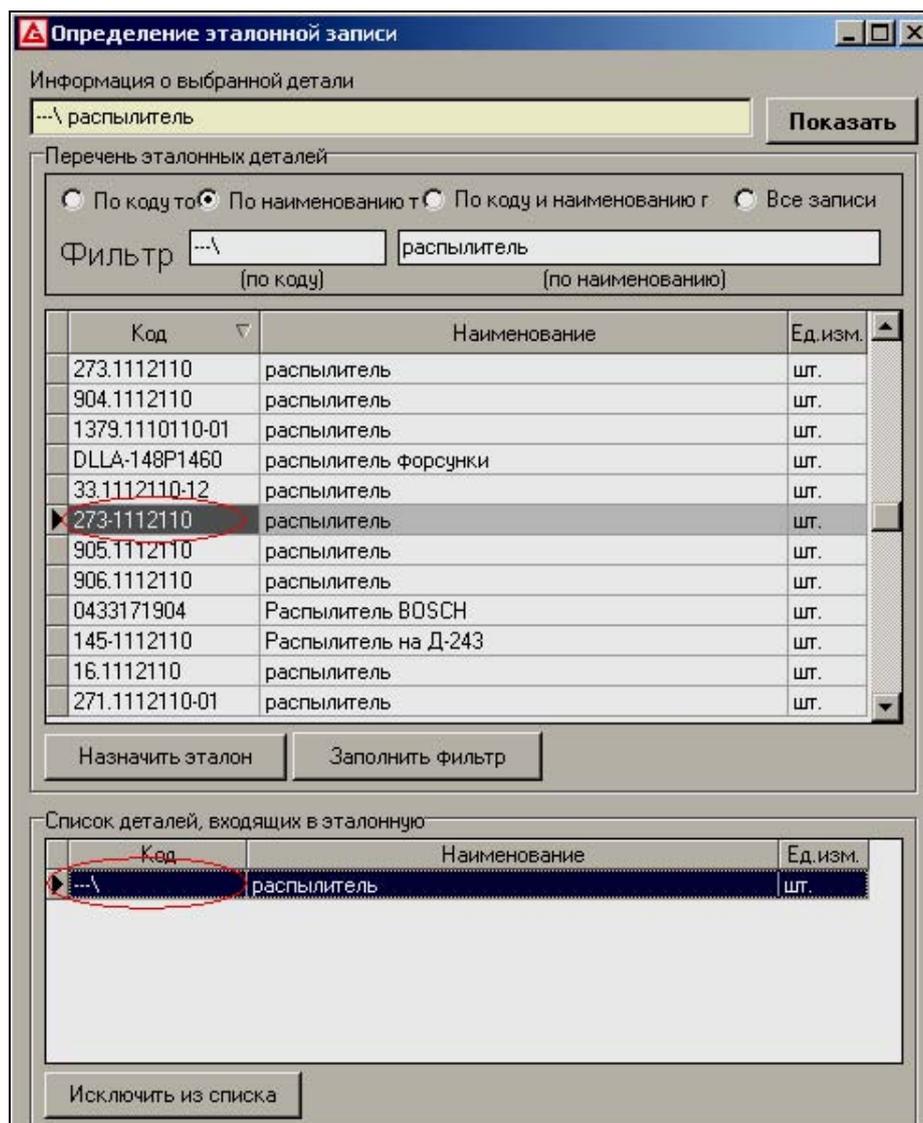


Рисунок 3 – Форма определения эталонной записи деталей

Принцип действия данного модуля следующий:

- В «Справочнике деталей и сборочных единиц» находится деталь с некорректным кодом и выбирается команда «Назначить эталон». Запускается модуль «Определение эталонной записи».
- Выбирается метод фильтрации списка допустимых эталонов: только по коду, только по наименованию, по коду и наименованию, либо выбираются все записи.
- При нажатии на кнопку «Показать» в таблице деталей отображаются все записи в соответствии с выбранным методом фильтрации. В этом перечне необходимо указать значение, которое является эталонным для выбранной нами детали.
- При нажатии на кнопку «Назначить эталон» деталь помещается в таблицу «Список деталей, входящих в эталонную».

Применение данного модуля позволяет совершенствовать процесс анализа статистической информации по отказам деталей и решить основные проблемы, связанные с организацией сервиса автомобилей КАМАЗ за рубежом:

- Создание корректного и формализованного списка запасных частей, необходимых для выполнения работ по устранению неисправностей;
- Прогнозирование отказов деталей автомобилей КАМАЗ, эксплуатируемых как за рубежом, так и на территории РФ;
- Выполнение в минимальные сроки обязательств по техническому обслуживанию и ремонту;
- Отсутствие простоев автомобилей в сервисной зоне, в итоге увеличение прибыли и положительные отзывы потребителей.

В качестве не менее важной задачи при проектировании информационной системы дилерско-сервисного центра следует указать автоматизацию ввода перечня работ для восстановления автомобиля. Для данной задачи необходимо выделить две ключевые предпосылки, которые определяют актуальность ее решения:

1. Постоянное расширение модельного ряда автомобилей влечет за собой расширение перечня работ, при этом трудоемкости выполнения одной и той же работы для автомобилей разных моделей могут быть разными;

2. Для устранения нескольких дефектов, описываемых в одном наряд-заказе (рекламационном акте), может требоваться выполнение одной и той же работы, которая будет осуществляться один раз, но описывается для каждого дефекта отдельно. Это неизменно влечет за собой дублирование информации и непреднамеренное завышение трудоемкости обслуживания [4].

Для решения данной проблемы предлагается разработать такой алгоритм ввода автоматизированного ввода работ для устранения указанного в виде составного кода дефектов, который бы позволил с минимальными временными потерями установить перечень работ с predeterminedенными заранее нормами времени для выбранной пользователем модели автомобиля. Для решения данной проблемы был разработан алгоритм автоматизированного подбора перечня работ для устранения дефекта. Использование данного алгоритма позволяет исключить дублирование работ в случае выявления нескольких дефектов (рисунок 4).

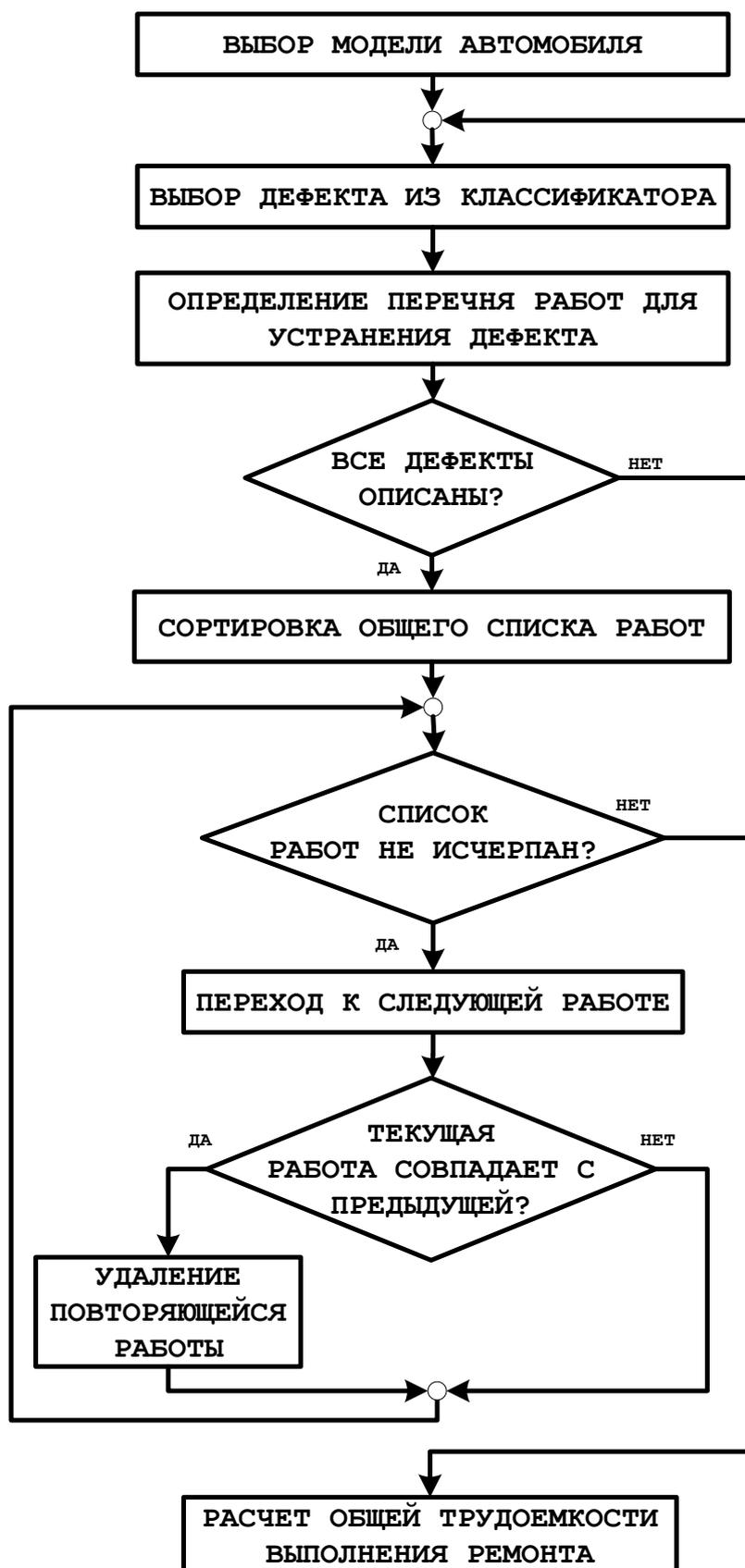


Рисунок 4 – Алгоритм автоматизированного подбора перечня работ

Использование алгоритма автоматизированного подбора перечня работ имеет определенную специфику, и правильно разработанная методика автоматизированного ввода

данных по трудоемкости выполнения работ гарантирует достоверность и безошибочность информации о трудоемкости обслуживания.

Таким образом, при проектировании информационной системы дилерско-сервисного центра необходимо проанализировать все процессы, происходящие в каждой из зон обслуживания, разработать единые формы ввода и классификаторы, обеспечивающие получение достоверной и адекватной информации.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Кузнецов, Е.С. Компьютеризация процессов принятия инженерных решений на предприятиях автомобильного транспорта. Ч. 2. Опыт и перспективные направления применения вычислительной техники на автомобильном транспорте [Текст] / Е.С.Кузнецов, А.В.Постолит. - М. 1992. 54 с.
2. Николаев, А.Б. Автоматизированные системы обработки информации на автомобильном транспорте [Текст] / А.Б.Николаев. - М.: Академия, 2003. - 224 с.
3. Руководство по ведению гарантийной политики на экспортных рынках [Текст] / Р.А.Козадаев [и др.]. - Набережные Челны: Департамент сервиса за рубежом ЗАО «Внешнеторговая компания «КАМАЗ», 2008. - 81с.
4. Нормы времени на регламентные работы по техническому обслуживанию автомобилей КАМАЗ-6520,-6460,-5360,-5460. - Набережные Челны: ОАО «КАМАЗ», 2003 - 14 с.

**Мухаметдинов Эдуард Мухаматзакиевич**

ГОУ ВПО «Камская государственная инженерно-экономическая академия»

Старший преподаватель

Тел.: +79272442165

E-mail: [funte@mail.ru](mailto:funte@mail.ru)

**Козадаев Руслан Александрович**

ЗАО «Внешнеторговая компания КАМАЗ»

Директор департамента сервиса за рубежом

Тел.: +79600700811

**Беляев Артур Ирекович**

ГОУ ВПО «Камская государственная инженерно-экономическая академия»

Старший преподаватель

Тел.: +79274933998

E-mail: [kingarthur@list.ru](mailto:kingarthur@list.ru)

**Беляев Эдуард Ирекович**

ГОУ ВПО «Камская государственная инженерно-экономическая академия»

Ассистент

Тел.: +79274312689

E-mail: [bomund@mail.ru](mailto:bomund@mail.ru)

УДК 621.787.4

А.А. КАТУНИН, А.В. КАТУНИН, Н.Н. САМОЙЛОВ

## КОМБИНИРОВАННЫЙ МЕТОД ОТДЕЛОЧНО-УПРОЧНЯЮЩЕЙ ОБРАБОТКИ ГОЛОВОК ШАРОВЫХ ПАЛЬЦЕВ

*Приводится описание нового способа отделочно-упрочняющей обработки неполных сфер шаровых пальцев, основанного на сочетании алмазобразивной и упрочняющей обработки заготовок, позволяющего повысить износостойкость, предел выносливости и другие эксплуатационные показатели автомобильных шаровых шарниров.*

**Ключевые слова:** упрочняющая обработка, пластическое, поверхностное, деформирование, неполная, сферическая, шаровый палец.

*The description of a new way based on the method of surface plastic deformation for finishing – strengthening processing incomplete spheres of spherical joints is given.*

**Key words:** surface plastic deformation, incomplete spherical, spherical joint.

Основной деталью шаровых шарниров, наиболее ответственных и жизненно важных узлов подвески большинства автомобилей, является шаровой палец. Его неполная сферическая поверхность, охваченная полимерным вкладышем, заключена в металлический корпус. Во время эксплуатации автомобиля постоянные вращательные и качательные движения пальца вызывают интенсивные относительные перемещения под нагрузкой головки пальца и вкладыша шарнира и износ последнего. Износ обуславливает появление зазора в шарнире и люфта пальца, что ведет к увеличению динамических нагрузок, интенсификации дальнейшего износа вкладыша и потере нормальной работоспособности подвески автомобиля.

В России изготовлением шаровых опор занято около трех десятков предприятий. Конкуренция обуславливает необходимость поиска новых конструктивных и технологических решений, а также способов повышения качества, срока службы и надежности шаровых шарниров.

Заготовки шаровых пальцев, применяемых в шаровых шарнирах передней подвески, изготавливаются, главным образом, холодной высадкой, либо поперечно-клиновой прокаткой [1,2].

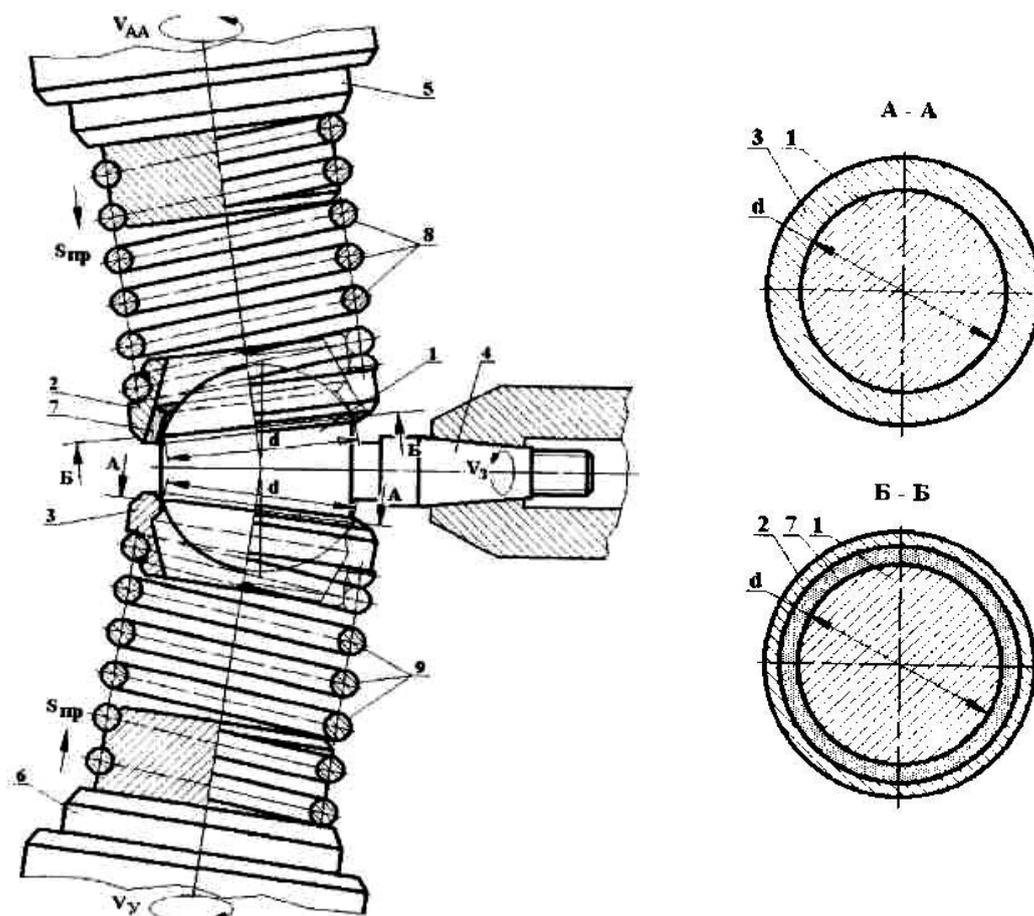
В настоящее время существует большое количество различных по конструкции шаровых шарниров легковых автомобилей. Наиболее важной и трудоемкой частью технологического цикла при изготовлении (и восстановлении) шарового пальца являются черновая и чистовая обработка неполной сферической головки.

Целью операции фрезерования головки является придание ей правильной сферической формы требуемого диаметра и шероховатости поверхности с параметрами микрорельефа, способствующими выполнению окончательной чистовой обработки. Как правило, параметр шероховатости  $R_a$  поверхности головки после операции фрезерования составляет 1...2 мкм.

Для обеспечения высокой точности, шероховатости с параметром  $R_a$  в пределах от 0,2 до 0,4 мкм и требуемой твердости (HRC<sub>Э</sub> 28...34) неполной сферической поверхности головки пальца, в качестве финишной операции ее обработки получило распространение отделочно-упрочняющее обкатывание, успешно вытесняющее виброгалтовку и шлифование [1].

В Орловском государственном техническом университете предложен новый способ комбинированной алмазобразивной и отделочно-упрочняющей обработки, неполных сферических поверхностей, схема которого представлена на рисунке 1.

Обработка осуществляется алмазобразивным инструментом 2 с последующим силовым воздействием деформирующего инструмента 3, при котором обрабатываемой заготовке шарового пальца 4, сообщают вращательное движение  $V_3$ , алмазобразивному инструменту - вращательное движение  $V_{AA}$  и упрочняющему инструменту -  $V_y$ , кроме того, каждый из инструментов имеет продольную подачу  $S_{пр}$  к центру  $O$  сферической поверхности.



**Рисунок 1 - Схема способа комбинированной алмазобразивной и отделочно-упрочняющей обработки неполной сферы шарового пальца**

Устройство для реализации предлагаемого способа содержит индивидуальный привод (не показан) со шпинделем 5 с алмазобразивным инструментом 2 и индивидуальный привод (не показан) со шпинделем 6 с деформирующим элементом 3.

Алмазoабразивный инструмент выполнен в виде кольца 2 с внутренней конической поверхностью, на которой нанесен алмазoабразивный слой 7. Инструмент 2 установлен на конце винтовой цилиндрической пружины 8, которая вторым торцом наверху и жестко закреплена на шпинделе 5, посредством нарезанной специальной винтовой канавки.

Деформирующий элемент также выполнен в виде кольца 3 с торовой внутренней поверхностью, которая контактирует с заготовкой по окружности.

Плоскости, проходящие через окружности контакта, перпендикулярны продольным осям пружин 8 и 9 инструментов.

Деформирующее кольцо 3 установлено на одном торце цилиндрической пружины 9, которая вторым торцом наверху и жестко закреплена на шпинделе 6.

Алмазoабразивный 2 и деформирующий 3 инструменты с приводами установлены противоположно друг к другу относительно центра  $O$  обрабатываемой сферы 1 и под углом  $\alpha$  к плоскости, перпендикулярной продольной оси заготовки и проходящей через центр сферы.

Угол  $\alpha$  определяется из нижеследующих зависимостей (рисунок 2). Если расстояние от центра  $O$  до лыски сферической поверхности обозначить как « $c$ », то тогда  $c = R \cdot h$ ,  $\cos \beta = c/R$ ,

откуда

$$\beta = \arccos(c/R).$$

Радиус лыски « $k$ » определяется по формуле:  $k = R \sin \beta$ .

Подставив найденное значение угла  $\beta$ , получаем

$$k = R \sin[\arccos(c/R)].$$

Обозначим « $z$ » - расстояние от центра сферы  $O$  до её торца, тогда

$$z = H - c, \cos \gamma = z/R,$$

откуда

$$\gamma = \arccos(z/R).$$

Радиус торца неполной сферической поверхности  $(m+b)$ , где  $m=k$ , определяется из формулы:

$$(m + b)/R = \sin \gamma$$

и равен

$$(m+b) = R \sin \gamma.$$

Тогда величина

$$b = R \sin[\arccos(z/R)] - k.$$

Подставляя значение  $k$ , получим

$$b = R \sin[\arccos(z/R)] - R \sin[\arccos(c/R)].$$

Угол  $\alpha$  определяется из треугольника, сторонами которого являются  $H$ ,  $b$  и  $d$ :  $\tan \alpha = b/H$ , откуда  $\alpha = \arctg(b/H)$ . Подставляем вышенайденные значения и получаем формулу по определению угла  $\alpha$ :

$$\alpha = \arctg \left( \frac{R \sin \left( \arccos \left( \frac{H - R + h}{R} \right) \right) - R \sin \left( \arccos \left( \frac{R - h}{R} \right) \right)}{H} \right).$$

где  $\alpha$  - угол наклона осей шпинделей 5 и 6 алмазобразивного 2 и деформирующего 3 элементов устройства к плоскости, перпендикулярной продольной оси заготовки и проходящей через центр сферической поверхности  $O$ , град;

$R$  - радиус обрабатываемой сферической поверхности заготовки, мм;

$H, h$  - размеры, определяющие неполную сферическую поверхность заготовки 4, мм;

$d$  - диаметр окружности, по которой происходит контакт алмазобразивного 2 и деформирующего 3 колец с обрабатываемой сферической поверхностью 4, мм

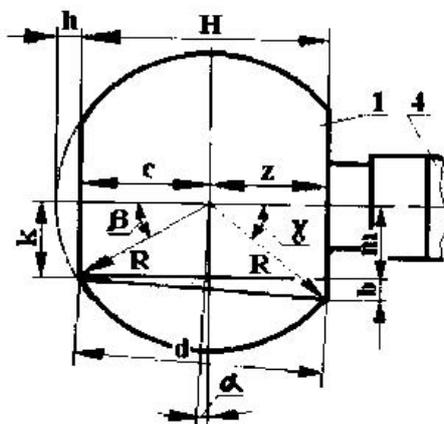


Рисунок 2 – Схема к определению параметров установки инструментов

Продольное расположение винтовых цилиндрических пружин 8 и 9 позволяет одновременно передавать вращательные движение  $V_{AA}$  и  $V_Y$  от шпинделей 5 и 6 и осуществлять статическую нагрузку на алмазобразивный и деформирующий инструменты 2 и 3 за счет продольной подачи  $S_{DP}$  каждого из приводов устройства, при этом пружины 8 и 9 обеспечивают возможность самоцентрирования инструментов относительно заготовки. Из-за неполной сферической головки пальца 1, шпиндели устройства смещены относительно центра сферы. Алмазобразивный 2 и деформирующий 3 инструменты совершают вращательные движения по окружности диаметром  $d$  (рисунок 2), которая определяется по формуле:  $d = b / \sin \alpha$ . Подставляя найденные выше выражения  $b$  и  $\alpha$ , получаем формулу определения  $d$ :

$$d = \frac{R \sin\left(\arccos\left(\frac{H-R+h}{R}\right)\right) - R \sin\left(\arccos\left(\frac{R-h}{R}\right)\right)}{\sin\left(\arctg\left(\frac{R \sin\left(\arccos\left(\frac{H-R+h}{R}\right)\right) - R \sin\left(\arccos\left(\frac{R-h}{R}\right)\right)}{H}\right)\right)}$$

Диаметр окружности  $d$ , по которой происходит контакт алмазобразивного и деформирующего кольца с обрабатываемой сферической поверхностью, зависит от размеров  $h$  и  $H$ , и угла наклона осей шпинделей устройства к плоскости, перпендикулярной продольной оси заготовки и проходящей через центр  $O$  сферической поверхности. Этот диаметр можно считать внутренним диаметром алмазобразивного 2 и деформирующего 3 колец инструментов. Величина статической силы деформирования, создаваемая путем продольного перемещения устройства, зависит от свойств пружины 9, а именно от материала проволоки, из которой навита пружина, ее диаметра, диаметра витков пружины и количества рабочих витков, расположенных между торцом шпинделя 6 и кольцом 3.

Экспериментальная проверка показала, что параметр шероховатости обработанных сферических поверхностей уменьшился до значения  $Ra=0,32...0,63$  мкм при исходном  $Ra=3,2...6,3$  мкм, производительность повысилась более чем в три раза по сравнению с традиционным шлифованием и последующем обкатыванием.

Предлагаемый способ расширяет технологические возможности алмазобразивной обработки и поверхностного пластического деформирования благодаря использованию самоцентрирующих шлифовального и деформирующего инструментов, позволяющих весьма просто управлять глубиной срезаемого и упрочненного слоя, степенью упрочнения и микрорельефом поверхности, а также повышает качество, точность и производительность обработки путем самоустановки инструментов на неполной сферической поверхности обрабатываемой заготовки.

Способ комбинированной обработки позволяет добиться не только требуемой шероховатости поверхности, но и возможности получить упрочненную структуру поверхностного слоя с повышенной износостойкостью, что обуславливается его высокой твердостью и прочностью. Сжимающие остаточные напряжения в поверхностном слое благоприятно влияют на повышение контактной прочности. Кроме того, износостойкость повышается за счет образования после совместной алмазобразивной и упрочняющей обработки большой несущей способности профиля, чем после отдельной механической и упрочняющей обработки, что уменьшает время приработки и повышает производительность.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Гун, И.Г. Совершенствование технологии изготовления шаровых пальцев автомобилей [Текст] / И.Г.Гун, О.С.Железков, И.А. Михайловский. и др. // Бюл. ин-та "Черметинформация". 2000. №11-12 (1211-1212). С. 60-62.
2. Коновалов, Е.Г. Отделочно-упрочняющая обработка шаровых поверхностей [Текст] / Е.Г.Коновалов, А.И.Голембиевский, Г.Б.Файнберг. – Станки и инструмент, 1970., №8. С. 29-30.

**Катунин Андрей Александрович**

Орловский государственный технический университет, г. Орел  
Кандидат технических наук, старший преподаватель кафедры «Сервис и ремонт машин»  
Адрес: 302030, г. Орел, ул. Московская, д. 77  
Тел. +79155080508  
E-mail: aak808@yandex.ru

**Катунин Александр Валентинович**

Орловский государственный технический университет, г. Орел  
Кандидат технических наук, доцент кафедры «Автоматизированные станочные и инструментальные системы»  
Адрес: 302020, г. Орел, Наугорское шоссе, 29  
Тел. (4862) 41 67 33  
E-mail: katunin@ostu.ru

**Самойлов Николай Николаевич**

Орловский государственный технический университет, г. Орел  
Доцент кафедры «Автоматизированные станочные и инструментальные системы»  
Адрес: 302030, г. Орел, ул. Московская, д. 34  
Тел. (4862) 55 55 24  
E-mail: asis@ostu.ru

А.Т. КУЛАКОВ, И.А. САХАПОВ

## МЕТОДИКА И РЕЗУЛЬТАТЫ РАСЧЕТНО-ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО ИССЛЕДОВАНИЯ ДЕФОРМАЦИИ ВКЛАДЫШЕЙ

*В статье рассмотрена методика и результаты исследования деформаций шатунных вкладышей с использованием компьютерного моделирования.*

**Ключевые слова:** компьютерный, моделирование, деформация, вкладыш

*In article the technique and results of probe of connecting rod liners deformations using computer modeling is considered.*

**Key words:** computer, modeling, deformation, liner

Для определения экспериментальных данных по фактическому состоянию шатунных вкладышей дизельных двигателей нами разработаны и предлагаются соответствующие методики компьютерного моделирования, стендовых и эксплуатационных исследований.

Цель экспериментальных стендовых исследований – проверка справедливости обоснованных аналитических предпосылок и оценка показателей надежности вкладышей.

Цель компьютерного моделирования – разработка метода исследования путем создания достоверной трехмерной модели шатунного вкладыша в сложно нагруженном состоянии с учетом геометрических параметров, тепловых и силовых воздействий, а также деформационных процессов на основе программного обеспечения APM WinMachine 2006 (v.9.0) с анализом различных вариантов конструктивно-технологического исполнения и разработка практических рекомендаций по снижению деформации шатунных вкладышей в процессе эксплуатации.

Моделью для расчета является трехмерная модель (рисунок 1) шатунного вкладыша. Трехмерная модель шатунного вкладыша разрабатывается в программе Autodesk Inventor Series 10 с размерами, соответствующими реальным условиям и сохраняется в формате \*.stp, для возможности дальнейшего импорта этой модели в среду «APM Studio». При разработке модели были приняты два допущения:

1. В модели вкладыша не учитываются скосы;
2. Вкладыш однослойный, так как ввиду малой толщины антифрикционного слоя его влияние на деформацию стальной основы незначительно.

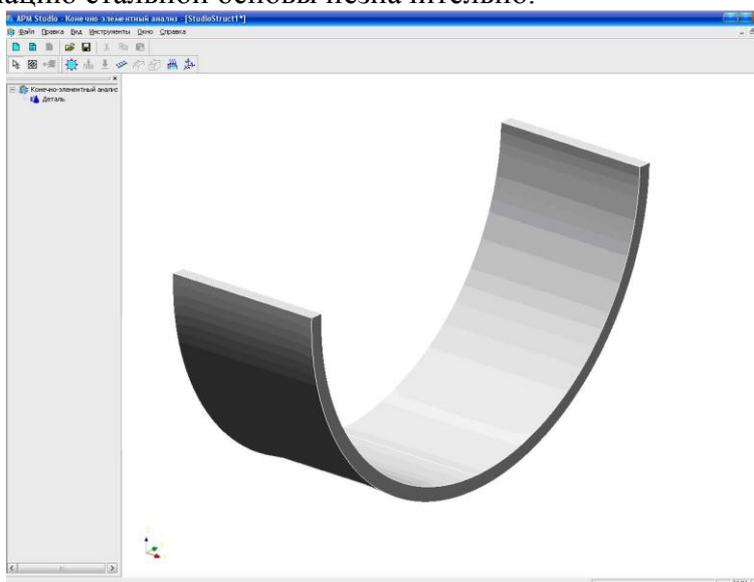


Рисунок 1 – Трехмерная модель шатунного вкладыша в среде APM WinMachine

При импорте STEP файлов принимается, что модель твердотельная, иначе результаты моделирования не будут достоверными. Для задания параметров теплового и напряженно-деформированного состояния вкладыша, необходимо: во-первых, в меню «APM Studio» выбрать пункт «Конечно-элементный анализ».

В данном режиме задаются следующие параметры:

1. Ограничения по перемещению вкладыша (рисунок 2): закрепление по двум осям – по крайним граням вкладыша и по торцам, (кроме оси по направлению оси коленчатого вала), рабочая поверхность закрепляется только по оси коленчатого вала;

2. Прикладываются нагрузки: с торца радиальная распределенная сила  $R$  (рисунок 3), в зависимости от распрямления; на плоскость торца давление  $T$  рассчитывается в зависимости от геометрических параметров вкладыша;

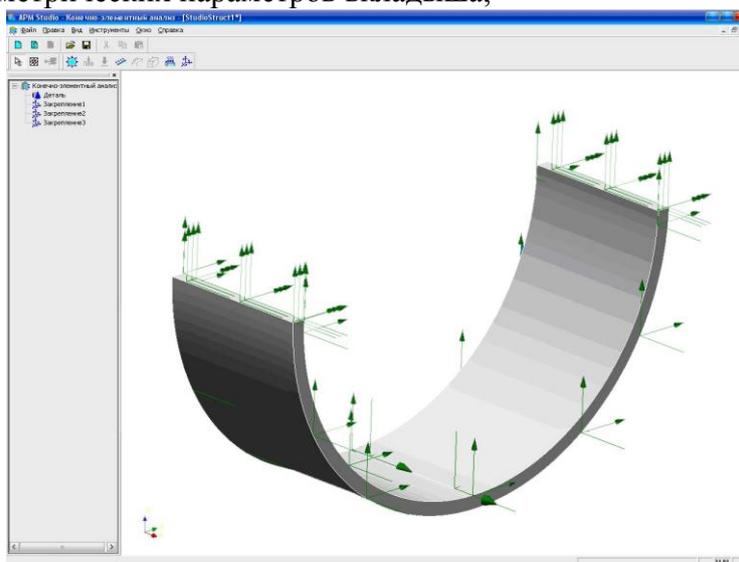


Рисунок 2 – Закрепление вкладыша

3. Температурная нагрузка (рисунок 4) возникает от разницы температур на рабочей поверхности и тыльной стороне вкладыша, то есть на рабочей стороне закладывается  $0^{\circ}\text{C}$ , а на тыльной стороне – температура с отрицательным значением, например,  $T_{раб}=135^{\circ}\text{C}$  и  $T_{тыл}=85^{\circ}\text{C}$ , следовательно, на тыльной стороне –  $\Delta t=-50^{\circ}\text{C}$ .

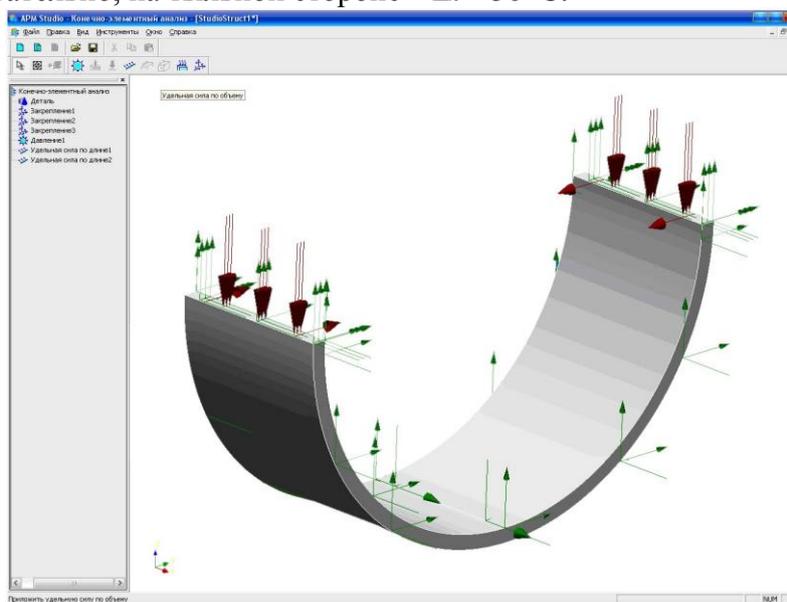


Рисунок 3 – Монтажные нагрузки и закрепление

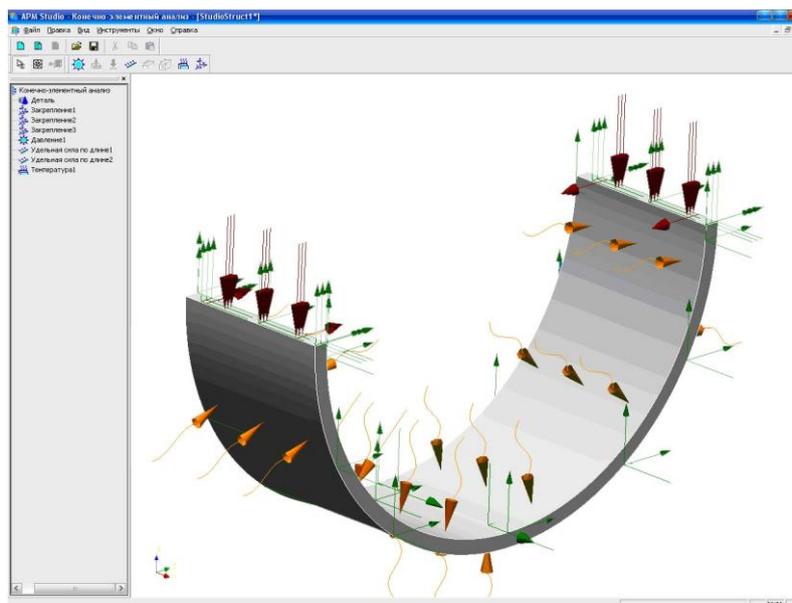


Рисунок 4 – Температурные монтажные нагрузки и закрепления

Следующим шагом, в окне «Параметры разбиения» задается шаг разбиения модели на конечно-элементную сетку, для более точного расчета необходимо выбрать такой шаг разбиения, чтобы в сечении помещалось не менее 4 конечных элементов (рисунок 5).

Для расчета напряженно-деформированного и теплового состояния модели полученная конечно-элементная сетка передается в «APM Structure 3D», с уточнением дополнительных параметров расчета (метод расчета (Frontal), материал вкладыша сталь).

В результате расчета модели вкладыша получается «Карта результатов» (рисунок 6), в которой отображается как начальное состояние модели вкладыша (серая сетка), так и состояние модели после приложения всех действующих на вкладыш нагрузок и расчета его деформаций (деформированная модель).

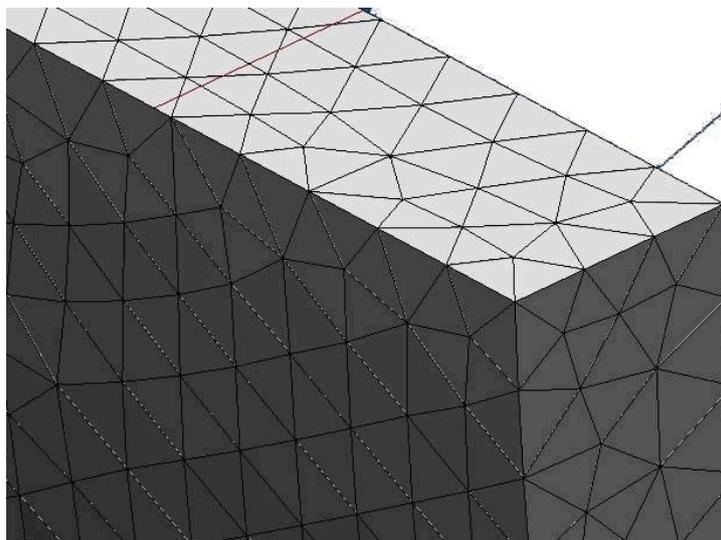


Рисунок 5 – Конечно-элементная сетка

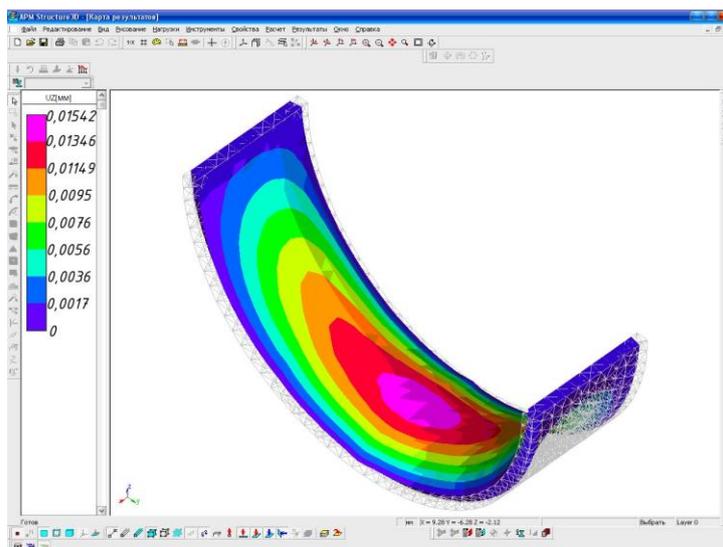


Рисунок 6 – Окно «Карта результатов»

Как можно увидеть на рис. 6 с левой стороны окна «Карты результатов» расположена шкала перемещений (или напряжений (задается в меню)) с цветовым и цифровым обозначением. По представленной шкале можно судить о величинах перемещений (или напряжений). Для получения более точных данных необходимо обратиться в меню «Результаты».

В результате компьютерного моделирования (таблица 1) при сравнении номинального по толщине вкладыша и ремонтного, с утолщенной стальной основой, получены следующие результаты (рисунок 7).

Таблица 1 – результаты компьютерного моделирования для вкладышей с различной толщиной

№ п/п	Толщина вкладыша, мм	Выступание t, мм	Ширина, мм	Градиент температур по толщине $\Delta T, ^\circ\text{C}$	Значения прогиба после расчета $\Delta, \text{мм}$
1	2,5	0,12	28	100	0,03793
2	2,75	0,12	28	100	0,03074
3	3,0	0,12	28	100	0,02756
4	3,25	0,12	28	100	0,02304
5	3,5	0,12	28	100	0,02012

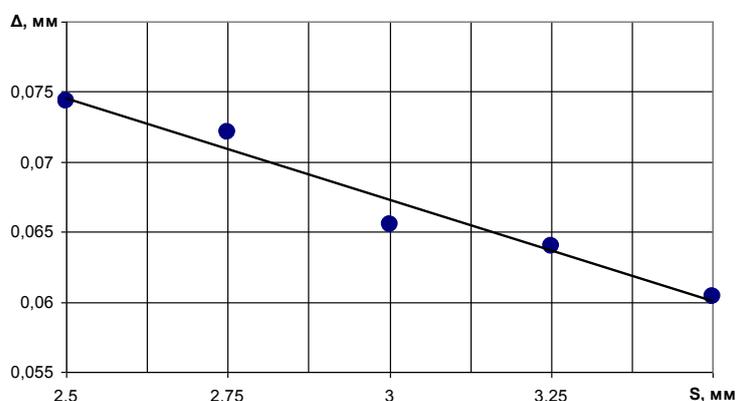
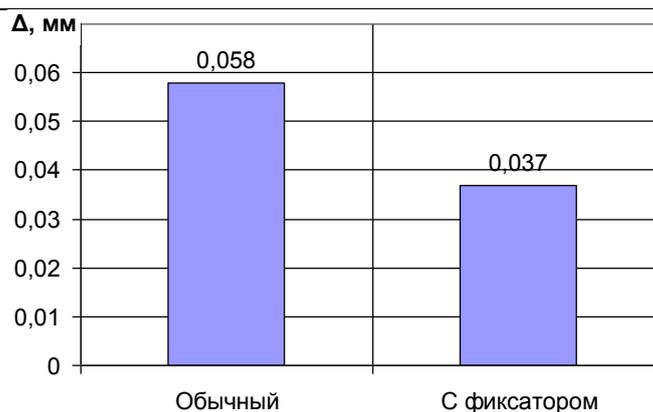
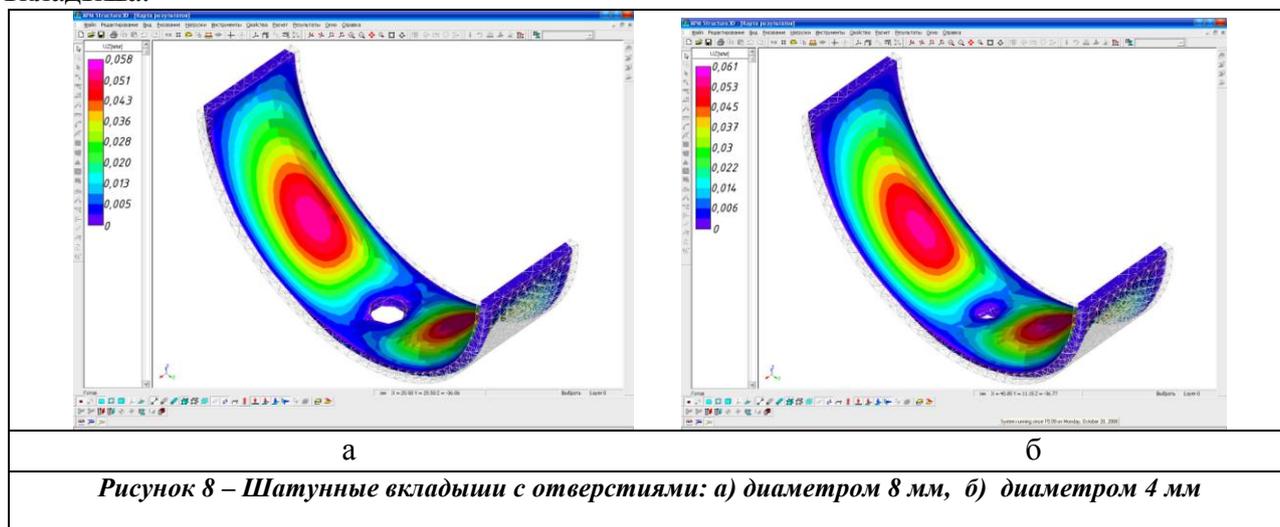


Рисунок 7 – Зависимость максимальных значений прогиба при различной толщине вкладыша по результатам моделирования

По результатам проведенного компьютерного моделирования (рис. 8) для фиксации вкладышей рекомендуется использовать винты с потайной головкой М8 ГОСТ 17475-80 (СТ СЭВ 2652-80), на концы которых перед сборкой наносится капля клея-фиксатора. После установки вкладыша с винтом в крышку шатуна на головку винта нанести быстротвердеющую смолу и силиконовым шпателем убрать излишки смолы для исключения негативного влияния на масляный клин в результате изменения гладкой поверхности вкладыша.



**Рисунок 9 – Изменение значений прогиба после применения фиксатора (винта) по результатам компьютерного моделирования**

В результате проведенного компьютерного моделирования при сравнении вкладышей с величиной выступа  $t=120$  мкм и  $t=80$  получены следующие результаты (рисунок 10). При снижении величины выступа со 120 мкм до 80 мкм для вкладышей номинального размера прогиб снижается на 20%.

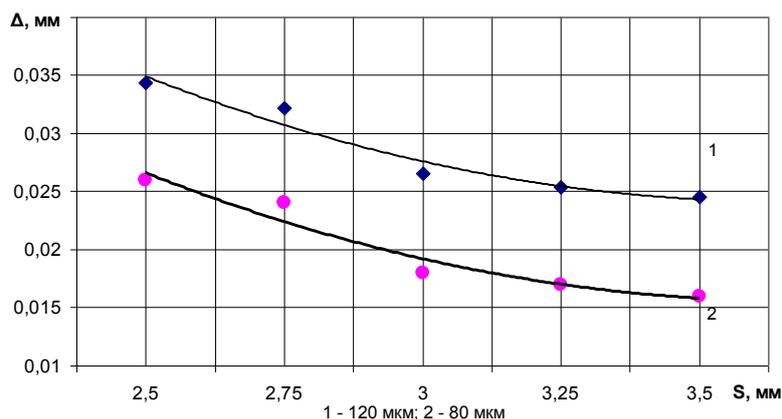


Рисунок 10 – Зависимость прогиба вкладыша от его толщины и величины выступания

В ходе компьютерного моделирования было просчитано несколько вариантов по количеству и глубине пазов. На рисунке 11 приведены зависимости среднего прогиба от числа поперечных пазов при одном и двух продольных пазах. Из рисунка 11 видно, что с ростом числа пазов  $N$  деформация снижается по линейной зависимости.

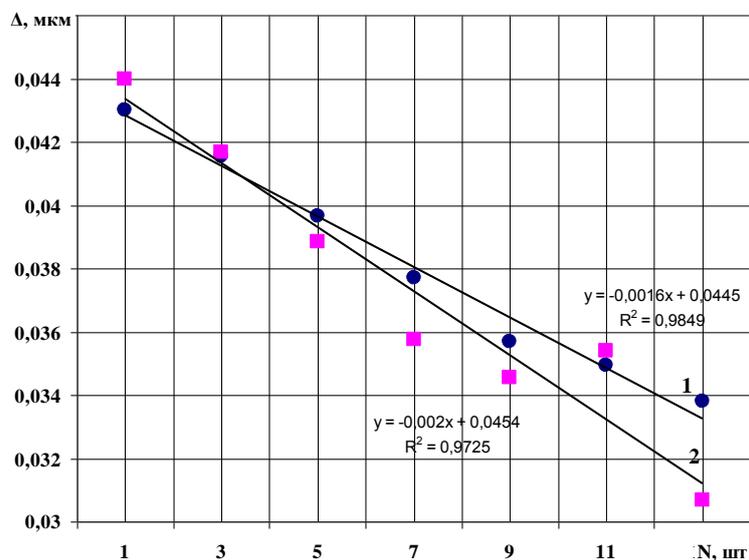


Рисунок 11 – Зависимость среднего прогиба вкладышей от числа поперечных пазов при одном – 1 и двух – 2 продольных пазах

Снижение деформаций в указанных пределах составляет 0,02 мм – 30%. Из рисунка 11 видно, что минимальные деформации наблюдаются при числе поперечных пазов – 13, числе продольных – 2. При числе пазов  $N=13$  снижение площади контакта составляет 27%, дальнейшее увеличение количества пазов еще больше снижает площадь контакта и способствует раннему проворачиванию вкладыша. После  $l=50\%$  снижение прогиба незначительно, а на рабочей поверхности появляются следы остаточной деформации, что нарушает масляный клин.

## ЛИТЕРАТУРА

- Сахапов, И.А. Улучшение работы шатунного вкладыша изменением конструкции стальной основы [Текст] / И.А. Сахапов, А.С. Денисов, А.Т. Кулаков / Совершенствование технологии и организации обеспечения работоспособности машин: Сборник научных трудов. – Саратов: Саратовский ГТУ, 2008 г. - С.15-19.

**Кулаков Александр Тихонович**

Камская государственная инженерно-экономическая академия, г. Набережные Челны  
Доктор технических наук, профессор кафедры «Сервис транспортных систем»  
Тел. +7 (963) 529-83-77

**Сахапов Ирек Анасович**

Камская государственная инженерно-экономическая академия, г. Набережные Челны  
Кандидат технических наук, доцент кафедры «Сервис транспортных систем»  
Тел. +7 (927) 672-86-88  
E-mail: chirik83@mail.ru

Д.О. ЛОМАКИН

## МЕТОДИКА КОМПЛЕКСНОЙ ОЦЕНКИ УРОВНЯ КАЧЕСТВА АВТОСЕРВИСНЫХ УСЛУГ

*В статье рассмотрены основные этапы предложенной методики по комплексной оценке уровня качества, получены весовые коэффициенты относительных показателей, а также разработан комплексный показатель уровня качества автосервисных услуг.*

**Ключевые слова:** автосервисные услуги, уровень качества, весовые коэффициенты, комплексный показатель.

*In the paper the stages of the offered methods for a complex estimation of a quality level are considered. The weighting factors of relative indices are obtained and also a complex index for a quality level of motor car maintenance is developed.*

**Key words:** motor car maintenance, quality level, weighting factors, complex index

К сегодняшнему дню накоплен богатый материал, посвященный проблеме оценки уровня качества автосервисных услуг. Анализ литературных источников показал, что практическое применение нашли методики оценки уровня качества автосервисных услуг, использующие единичные показатели. Общим недостатком существующих показателей является то, что они не соответствуют принципу «брак предупреждать, а не обнаруживать», который стал определяющим для производителей продукции и услуг во всем мире. В современных условиях рыночных отношений актуальной становится проблема комплексной оценки уровня качества услуг, предоставляемых предприятиями технического сервиса автомобилей (ПТСА), т.е. объединяющей организационную, производственную, экономическую и др. стороны деятельности ПТСА. В связи с этим актуальной является проблема совершенствования методики оценки уровня качества услуг, предоставляемых ПТСА.

В результате проведенных исследований, был выбран метод комплексной оценки уровня качества объекта, как наиболее перспективный в современных условиях. На основании алгоритма комплексной оценки уровня качества объекта была разработана методика оценки уровня качества услуг, предоставляемых ПТСА, состоящая из следующих этапов:

1. *Определение номенклатуры единичных показателей качества услуг, предоставляемых ПТСА.* Единичные показатели качества услуг, предоставляемых ПТСА были определены в соответствии с ГОСТ Р 52113-2003 «Услуги населению. Номенклатура показателей качества», включающего следующие группы показателей качества: а) показатели назначения, б) показатели безопасности, в) показатели надёжности, г) показатели профессионального уровня персонала.

2. *Определение перечня относительных показателей* на основе перечисленных единичных, был сформирован перечень относительных показателей услуг, предоставляемых ПТСА, которые в большинстве случаев определяются как отношение численного значения единичного показателя качества оцениваемого объекта к его нормативному значению.

3. *Определение весовых коэффициентов* показателей качества услуг, предоставляемых ПТСА. Для определения весовых коэффициентов относительных показателей, последние были закреплены за соответствующими подсистемами ПТСА. В результате системного анализа ПТСА, было выделено пять подсистем:

- подсистема производственно-технической базы (ПТБ), куда относятся активная и неактивная части основных фондов предприятия;
- подсистема персонала, куда входят подбор персонала, его обучение и

последующие повышения квалификации;

- подсистема материально-технического обеспечения, включающая каналы поставок, хранения и распределения запасных частей и расходных материалов;
- подсистема организации ТО и Р, куда входит нормативно-техническое и технологическое обеспечение процессов по ТО и Р автомобилей;
- подсистема менеджмента, реализующая функции управления на предприятии.

На основе выделенных подсистем ПТСА, было построено дерево систем (ДС) для ПТСА до второго уровня. Для определения весовых коэффициентов относительных показателей, были определены вклады подсистем ПТСА в достижение общего уровня качества предоставляемых услуг. Данная задача была решена в соответствии с принципами программно-целевого метода управления сложными системами, обеспечивающего снижение размерности задачи исследования. Сущность данного подхода заключается в четком определении конечной цели системы и в объединении в форме программы всех видов деятельности подсистем для достижения этой цели. Конечная цель в данной работе сформулирована следующим образом: предоставление потребителю качественных автосервисных услуг. В качестве системы в данном исследовании рассматривалось ПТСА. Далее была построена схема взаимодействия ДЦ и ДС для первого уровня, которая отражает вклад подсистем ПТСА в достижение генеральной цели. Вклады или степень влияния подсистем на подцели, а также вклады подцелей 1-го уровня в достижение генеральной цели определялись экспертным методом.

Отдельные вклады  $\gamma_{0n}^0$  подцелей  $\Psi_{0n}^1$  в генеральную цель  $\Psi^0$  равны следующим значениям (при этом сумма вкладов равна 1):  $\gamma_{01}^0=0,06$ ;  $\gamma_{02}^0=0,19$ ;  $\gamma_{03}^0=0,08$ ;  $\gamma_{04}^0=0,11$ ;  $\gamma_{05}^0=0,14$ ;  $\gamma_{06}^0=0,03$ ;  $\gamma_{07}^0=0,22$ ;  $\gamma_{08}^0=0,17$ .

Структурный вклад подсистем  $S_{0n}^1$  в достижение генеральной цели  $\Psi^0$  системы через ее подцели  $\Psi_{0n}^1$  может быть определен сочетанием:

$$Q(C_c^1 / \Psi_{0n}^1) = a_{km} \cdot \gamma_{0n}^0, \quad (1)$$

где  $a_{km}$  – вклад подсистем в реализацию целей;

$\gamma_{0n}^0$  - вклад подцелей в реализацию целей.

Результаты выполненных расчетов весов подсистем ПТСА в достижении генеральной цели представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Веса подсистем ПТСА в достижении генеральной цели

Подсистемы ПТСА	Вес подсистемы в достижении генеральной цели
подсистема организации ТО и Р	0,24
подсистема менеджмента	0,27
подсистема персонала	0,18
подсистема производственно-технической базы	0,17
подсистема материально-технического обеспечения	0,12

На основании полученных данных о весах подсистем предприятия, экспертным методом были определены весовые коэффициенты относительных показателей (таблица 2).

Таблица 2 – Весовые коэффициенты относительных показателей качества автосервисных услуг

№ п/п	Относительные показатели качества автосервисных услуг	Весовой коэффициент показателя качества
1	коэффициент отказов, $k_{ОТК}$	0,028
2	коэффициент обеспеченности площадью, $k_S$	0,057
3	коэффициент обеспеченности оборудованием, $k_{ОБ}$	0,085
4	коэффициент обеспеченности персоналом, $k_{ПЕР}$	0,03
5	коэффициент качества запасных частей, $k_{ЗЧ}$	0,12
6	коэффициент безопасности, $k_{БЕЗ}$	0,096
7	коэффициент относительной экологической безопасности, $k_{ЭКО}$	0,048
8	коэффициент сохранности имущества, $k_{СОХР}$	0,072
9	коэффициент технической готовности, $k_{ТГ}$	0,024
10	коэффициент полноты услуг, $k_{ПУ}$	0,27
11	коэффициент профессиональной подготовленности, $k_{ПРОФ}$	0,09
12	коэффициент потребительской оценки, $k_{ПОТР}$	0,06

4. *Определение комплексного показателя.* Для определения комплексного показателя были использованы следующие зависимости:

а) комплексный средневзвешенный арифметический показатель (если для всех относительных показателей справедливо  $q_i > 0,5$ ):

$$Q = \sum_{i=1}^n k_{Bi} \cdot q_i ; \quad (2)$$

б) комплексный средневзвешенный геометрический показатель (если хотя бы для одного показателя  $q_i < 0,5$ ):

$$Q = \prod_{i=1}^n q_i^{k_{Bi}} , \quad (3)$$

где  $q_i$  - относительный  $i$ -й показатель качества;

$k_{Bi}$  - коэффициент весомости  $i$ -го показателя качества;

Подставив полученные весовые значения относительных показателей качества в формулы (14) и (15), получим:

а) комплексный средневзвешенный арифметический показатель уровня качества автосервисных услуг (когда для всех показателей справедливо  $q_i > 0,5$ ):

$$Q = 0,096 \cdot k_{БЕЗ} + 0,048 \cdot k_{ЭКО} + 0,072 \cdot k_{СОХР} + 0,024 \cdot k_{ТГ} + 0,27 \cdot k_{ПУ} + 0,03 \cdot k_{ПЕР} + 0,09 \cdot k_{ПРОФ} + 0,06 \cdot k_{ПОТР} + 0,028 \cdot k_{ОТК} + 0,057 \cdot k_S + 0,085 \cdot k_{ОБ} + 0,12 \cdot k_{ЗЧ}$$

(4)

б) комплексный средневзвешенный геометрический показатель уровня качества автосервисных услуг (когда хотя бы один  $q_i < 0,5$ ):

$$Q = k_{БЕЗ}^{0,096} \cdot k_{ЭКО}^{0,048} \cdot k_{СОХР}^{0,072} \cdot k_{ТГ}^{0,024} \cdot k_{ПУ}^{0,27} \cdot k_{ПЕР}^{0,03} \cdot k_{ПРОФ}^{0,09} \cdot k_{ПОТР}^{0,06} \cdot k_{ОТК}^{0,028} \cdot k_S^{0,057} \cdot k_{ОБ}^{0,085} \cdot k_{ЗЧ}^{0,12} \quad (5)$$

Все показатели в уравнениях (4) и (5) – относительные, поэтому можно установить, какой из факторов оказывает наибольшее влияние на уровень качества услуг (по абсолютному приросту).

Для проверки гипотезы о составе относительных показателей в составе комплексного показателя уровня качества были собраны статистические данные по ПТСА г. Орла. В результате анализа рынка услуг, предоставляемых ПТСА в г. Орле, было выбрано пять ПТСА. Выбранные ПТСА являются официальными дилерами, которые по объему произведенных услуг по ТО и Р автомобилей занимают около 60% рынка услуг, предоставляемых ПТСА, что и определило их выбор в качестве объектов исследования. При этом был учтен принцип однородности для получения усредненного показателя отрасли. По каждому ПТСА были рассчитаны относительные показатели, а также комплексный показатель качества автосервисных услуг. Далее была произведена оценка величины коэффициентов парной корреляции между относительными показателями уровня качества по пяти выбранным ПТСА, с тем, чтобы выявить наличие коллинеарности (линейной связи между двумя факторами) или мультиколлинеарности. Расчеты показали, что факторы не коллинеарны, т. е. нет линейных корреляционных связей, удовлетворяющих условию  $V_x > 0,8$ . По результатам корреляционного анализа, можно сделать вывод, что гипотеза о составе относительных показателей в составе комплексного показателя уровня качества автосервисных услуг подтверждается.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Аристов, О.В. Управление качеством [Текст] / О.В.Аристов. - М.: ИНФРА-М, 2009. - 240 с.
2. Кузнецов, Е.С. Управление техническими системами [Текст] / Е.С.Кузнецов. - М.: МАДИ, 2001. - 262 с.
3. Моисеева, Т.Ф. Методы и средства экспертных исследований [Текст] / Т.Ф.Моисеева. - М.: МПСИ, 2006. - 216 с.

**Ломакин Денис Олегович**

Орловский государственный технический университет

Кандидат технических наук, ст.преподаватель кафедры «Сервис и ремонт машин»

УДК 629.3.081

Е.В. БОНДАРЕНКО, Р.С. ФАСКИЕВ, М.Р. ФАЗУЛЛИН

## ОБЕСПЕЧЕНИЕ КАЧЕСТВА РЕМНОТНОЙ ОКРАСКИ АВТОМОБИЛЕЙ ОПТИМИЗАЦИЕЙ РАБОТЫ ОКРАСОЧНО-СУШИЛЬНОЙ КАМЕРЫ

*В статье рассмотрены критерии и компоненты окрасочно-сушильных камер, оказывающие влияние на технологические режимы работы. Предложена схема и алгоритм автоматизированного управления работой окрасочно-сушильной камеры с программным процессом обработки данных. Описан принцип работы предложенной схемы и ряд достоинств в пользу её применения.*

**Ключевые слова:** ремонтная окраска кузова автомобиля, технологические режимы окраски, качество лакокрасочного покрытия автомобиля.

*The article describes the criteria and components of coloring-drying chambers, influencing to technological modes of operation. It is offered the scheme and algorithm of the automated management of the coloring-drying chambers with software a data processing. Described a principle of the work proposed scheme and a number of advantages in favor of her application.*

**Key words:** repair coloring exterior car; technological modes of colors; quality car refinishing.

Требования, предъявляемые к параметрам воздуха рабочей зоны при проведении ремонтной окраски кузова автомобиля, строго регламентируются технологическим процессом, так как от них в значительной степени зависит качество восстановленного лакокрасочного покрытия (ЛКП). При этом, на параметры поступающего воздуха оказывают влияние такие факторы, как состояние воздушных фильтров, производительность системы вентиляции, тепловая мощность системы подогрева воздуха. Эти параметры должны обеспечиваться окрасочно-сушильной камерой (ОСК). Поэтому, для оптимизации функционирования всех этих компонентов и поддержания стабильных технологических режимов, при проведении ремонтно-восстановительных работ, необходима система управления, способная постоянно контролировать и корректировать их совместную работу.

Анализ конструкций существующих ОСК показывает, что даже у агрегатов «Premium» класса автоматизирован только процесс поддержания температурного режима в рабочей камере и переход в режим рециркуляции. Регулирование интенсивности воздухообмена при этом происходит вручную, с помощью изменения угла открытия дроссель-клапана (заслонки), установленного после вытяжной вентиляторной установки и контролируется визуально, с помощью штатного манометра. Однако на сегодняшний день нет таких схем и алгоритмов управления работой ОСК, которые позволяли бы свести к минимуму влияние «человеческого фактора».

Одним из нерешенных технических вопросов является вопрос периодичности замены фильтрующих материалов, который на сегодняшний день решается тремя способами: по регламентному (определенному изготовителем) ресурсу работы фильтра в моточасах; визуально, по внешнему виду фильтрующей поверхности, опираясь на предыдущий опыт; по расписанию, принятому предприятием эксплуатирующим ОСК. Рассмотрев каждый из них отдельно, можно отметить ряд недостатков. В первом случае не учитываются степень запыленности приточного воздуха, что особенно важно для любого региона. Кроме того, не учитывается специфика работ, проводимых в ОСК: окраска отдельных деталей или окраска

кузова полностью, проведение подготовительных работ и т.д. Во втором случае, на первый план выходит человеческий фактор, где значительное влияние оказывает финансовая сторона вопроса и добросовестность исполнителя. Третий вариант можно рассматривать с двух сторон, когда производится заведомо частая смена фильтров для исключения возможности нарушения технологических режимов в рабочей камере, и, наоборот, когда фильтры эксплуатируются вплоть до критического состояния (практически не пропускают воздух). В обоих случаях предприятие несет излишние затраты: в первом случае - на частую смену фильтров; во втором - на расходы по устранению брака лакокрасочного покрытия автомобиля. Следует отметить, что эксплуатация ОСК в предельных режимах (с полностью заполненными фильтрами) способствует ускоренному износу системы вентиляции и корпуса рабочей камеры.

Таким образом, для снижения влияния человеческого фактора при контроле и коррекции работы ОСК при проведении ремонтно-восстановительных работ, затрат на эксплуатацию и обслуживание оборудования, необходимо использовать системы и средства автоматизации, позволяющие не только обеспечивать стабильные технологические режимы в течение всего срока службы камеры, но и оптимизировать стоимость ее обслуживания.

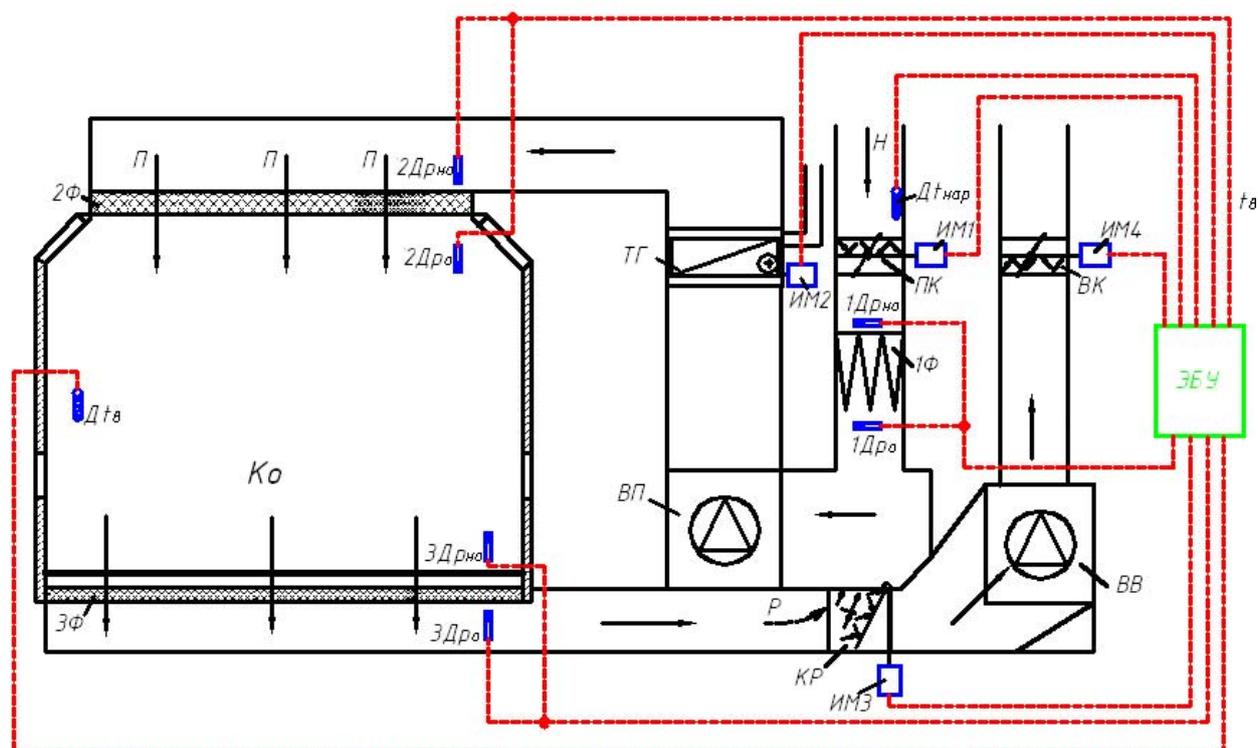


Рисунок 1 - Схема управления работой ОСК

*ЗПВ – заслонка приточного воздуховода; ЗВВ – заслонка вытяжного воздуховода; 1Ф...3Ф – фильтры очистки воздуха; КР – клапан рециркуляции; ТГ – теплогенератор; ВП – приточный вентилятор; ВВ – вытяжной вентилятор; ИМ...ИМ – исполнительные механизмы; Дтв, Дтнар – датчики температуры внутреннего и наружного воздуха; 1Дрно...3Дрно, 1Дро...3Дро – датчики давления воздуха перед фильтром и после фильтра соответственно; ОК – окрасочная камера; Н, Р, П – воздух соответственно наружный, рециркуляционный, приточный; ЭБУ – электронный блок управления*

Для поддержания требуемых параметров воздуха, поступающего в рабочую камеру, и снижения риска возникновения браков на лакокрасочном покрытии автомобиля при ремонтной окраске, предлагается автоматизированная система управления работой ОСК с

программным процессом обработки данных (рисунок 1), подключаемая к электронному блоку управления камеры (ЭБУ). Регулирование и управление происходит с помощью комплекса исполнительных механизмов *1ИМ...4ИМ*, датчиков  $Дt_{в}$ ,  $Дt_{нар}$ , отслеживающих температуры внутреннего (рабочая камера) и наружного воздуха соответственно, датчиков давления, установленных перед фильтрами  $1Др_{но}...3Др_{но}$  и после них  $1Др_{о}...3Др_{о}$ , контролирующих состояние фильтров.

Принцип работы предложенной схемы описывается алгоритмом (Рис.2) и заключается в следующем: при изменении температуры наружного воздуха от  $t_{нар} \geq 20$  °С, соответствующей теплomu периоду года до  $t_{нар} < 20$  °С, соответствующей холодному периоду года, поддержание температуры в окрасочной камере осуществляется с помощью датчика  $Дt_{в}$ , посылающего сигнал электронному блоку управления ЭБУ и исполнительного механизма *2ИМ*, обеспечивающего изменение режимов работы теплогенератора *ТГ* и расхода теплоносителя в зависимости от изменения текущего значения температуры наружного воздуха, которое определяется соответственно датчиком  $Дt_{нар}$ .

В процессе работы ОСК датчики давления  $1Др_{но}...3Др_{но}$ , и  $1Др_{о}... 3Др_{о}$  постоянно отслеживают перепад давлений, вызванных сопротивлением фильтров, корректируя работу вентиляторов (*ВП* и *ВВ*) посредством воздушных заслонок (*ВПВ* и *ЗВВ*) приточной и вытяжной групп, а так же с помощью исполнительных механизмов *1ИМ* и *4ИМ*. При достижении одним из фильтров предельно запыленного состояния, когда разность давлений  $Др_{но}$  и  $Др_{о}$  становится максимально допустимой, на ЭБУ подается сигнал о необходимости прекращения работы камеры или автоматическое отключение питания. После этого, на дисплей выводится номер группы датчиков, зафиксировавших максимально допустимый перепад давлений, а, следовательно, и группа фильтров, которые необходимо заменить или очистить (если это допускается производителем).

Предложенный на рисунке 2 алгоритм описывает только процесс окраски, так как при сушке лакокрасочного покрытия абсолютное большинство ОСК автоматически переходит в режим рециркуляции воздуха. При переходе в этот режим происходит реверс заслонок притока и оттока воздуха (*ЗПВ* и *ЗВВ*), а так же клапана рециркуляции (*КР*) в положения, когда последний обеспечивает подачу 90% от всего потока циркулирующего воздуха, а приточный клапан – 10% (соответственно включены исполнительные механизмы *1ИМ* и *3ИМ*). При этом датчики температур продолжают  $Дt_{в}$  и  $Дt_{нар}$  отслеживать разности внутренней и наружной температур отображая их значения на цифровом дисплее и параллельно корректируя работу теплогенератора с помощью *2ИМ*. А так как доля поступающего в рабочую камеру из атмосферы воздуха мала, по сравнению с режимом окраски, а так же практически отсутствует окрасочная пыль, то необходимости контролировать состояние фильтров в процессе сушки нет.



*Рисунок 2 - Алгоритм управления работой ОСК*

Предложенная система управления проста по конструкции и принципу работы, и может быть установлена на эксплуатируемую ОСК, не зависимо от комплектации и конструктивных особенностей. Использование предлагаемой автоматизированной системы управления позволяет в режиме реального времени отслеживать необходимые диагностические параметры (давление воздуха, температуру, степень очистки) и поддерживать в рабочей камере заданные технологические режимы. Следовательно, исключается необходимость постоянного регулирования интенсивности воздушного потока перед началом работы, а так же приспосабливаться к возникающим изменениям. Возможность диагностирования технического состояния изменяющихся во времени характеристик фильтровальных материалов оптимизирует периодичность их замены, обеспечивая полную выработку ресурса, поддерживая необходимое качество лакокрасочного покрытия автомобиля.

## ЛИТЕРАТУРА

- 1 Насосы, вентиляторы, компрессоры в инженерном оборудовании зданий/А.М. Гримитлин, О.П. Иванов, В.А. Пухкал. Учебное пособие. - СПб: Издательство «АВОК Северо-Запад», 2006. - 214с.
- 2 Гудман, С. Введение в разработку и анализ алгоритмов [Текст] : пер. с англ. / С. Гудман, С. Хидетниemi ; под ред. В. В. Мартынюка. - М. : Мир, 1981. - 368 с.
- 3 Капитонов А.А., Малова Н.Д. Системы кондиционирования сушильной камеры с программным процессом обработки воздуха – Хранение и переработка сельхозсырья, №1, 2007, с. 60 – 63.

**Бондаренко Елена Викторовна**

Оренбургский государственный университет, г. Оренбург  
Доктор технических наук, профессор кафедры технической эксплуатации и ремонта автомобилей  
Тел.: (3532)223997  
E-mail: [trf@mail.osu.ru](mailto:trf@mail.osu.ru)

**Фаскиев Риф Сагитович**

Оренбургский государственный университет, г. Оренбург  
Кандидат технических наук, доцент кафедры технической эксплуатации и ремонта автомобилей,  
Тел.:89033614793  
E-mail: [rif@house.osu.ru](mailto:rif@house.osu.ru)

**Фазуллин Максим Римович**

Оренбургский государственный университет, г. Оренбург  
Аспирант  
Тел.: 89226219821  
e-mail: [maksim-fazullin@yandex.ru](mailto:maksim-fazullin@yandex.ru)

УДК 656.1

Н.В. ЛОВЫГИНА, Е.Е. ВИТВИЦКИЙ

## ОБОСНОВАНИЕ НЕОБХОДИМОСТИ УЧЕТА ВЛИЯНИЯ ВЕРОЯТНОСТНЫХ ВЕЛИЧИН ТЕХНИКО-ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ

*В статье приводится доказательство гипотезы о невозможности случайного изменения и, следовательно, вероятностного влияния расстояния перевозки груза, холостого пробега, длины маршрута, времени в наряде, времени работы, фактической загрузки автомобиля в микро и особо малых автотранспортных системах перевозок грузов.*

**Ключевые слова:** автотранспортная система, вероятностные изменения.

*In article the hypothesis proof about impossibility of casual change and, hence, likelihood influence of distance of transportation of cargo, single run, length of a route, time the dress, an operating time, actual loading of the car in very small and especially small motor transportation systems of transportations of cargoes is resulted.*

**Keywords:** motor transportation system, likelihood changes

К вероятностным автотранспортным системам перевозок грузов (АТСПГ) нижнего уровня можно отнести микросистемы (*Смикро*) и особо малые системы (*Сом*), другие АТСПГ относятся к системам массового обслуживания (СМО), т.к. в их состав входят грузовые пункты (где обслуживаются группы автомобилей) которые сами являются СМО различного вида. *Смикро* и *Сом* ими не являются, но в силу случайного характера величин ТЭП и протекания транспортного процесса *Смикро* и *Сом* подвержены влиянию многочисленных случайных факторов и поэтому сами являются вероятностными, в которых протекает циклический случайный транспортный процесс с дискретным состоянием [1].

*Смикро* и *Сом* естественно существуют (т.е. организованы по опыту работы), либо получаются в результате решения транспортной задачи линейного программирования. В таких АТСПГ для описания и планирования в оперативном режиме применяются следующие ТЭП:

$T_H(T_C)$  - время автомобиля в наряде (время функционирования АТСПГ, час. При планировании  $T_H = T_C$ ;

$l_M$  - длина маршрута (длина транспортной схемы), км;

$l_G$  - пробег с грузом за езду, км;

$l_X$  - величина холостого пробега за езду (оборот), км;

$V_T$  - средняя техническая скорость, км/ч;

$q$  - грузоподъемность автомобиля, т;

$\gamma$  - коэффициент статического использования грузоподъемности;

$q\gamma$  - фактическая загрузка транспортного средства, т;

$t_{ПВ}$  - затраты времени на погрузку-выгрузку за езду, час.

Д.т.н., профессором В.И. Николиным (СибАДИ) была выдвинута гипотеза, что «.....в случае изменения  $T_H$ ,  $T_C$ ,  $l_M$ ,  $l_G$  и  $l_X$ , *Смикро* и *Сом* прекращают свое существование, т.к. изменение указанных показателей требует пересмотра решения транспортной задачи, поскольку в этом случае появляются другие АТСПГ. Они могут быть также *Смикро* и *Сом*, но уже с другими параметрами. Поэтому за  $T_C$ , случайным или целенаправленным

воздействиям могут подвергаться только среднетехническая скорость ( $V_T$ ), фактическая загрузка транспортного средства ( $q\gamma$ ) и время простоя под погрузкой-выгрузкой ( $t_{ПВ}$ )..» [2].

Приведем доказательства справедливости вышеприведенной гипотезы, относительно изменения  $T_n$ ,  $T_c$ ,  $l_M$ ,  $l_2$ ,  $l_x$ ,  $q\gamma$  в *Смикро* и *Сом*.

Рассмотрим, как может изменяться  $T_n$  в имеющейся *Смикро*. Возьмем за правило, что изменение ТЭП должно способствовать более положительному результату функционирования АТСПГ.

Допустим, имеется ранее сложившаяся *Смикро*, где применяется маятниковый маршрут, с обратным не груженым пробегом (рис. 1), в ней работает два грузовых пункта, погрузки (П), разгрузки (Р), каждый со своим режимом работы, например, оба работают в первую смену с 8.00 до 17.00, т.е.  $T_n=8$  ч.

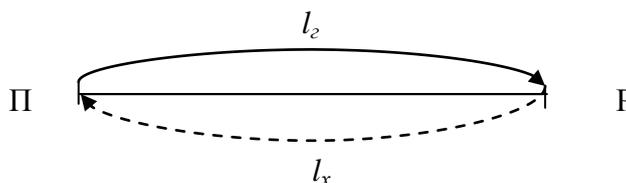


Рисунок 1 - Маятниковый маршрут, с обратным не груженым пробегом

Согласно действующему законодательству, режим работы хозяйствующего субъекта произвольно изменен быть не может, т.е. случайности в изменении режима работы быть не может. Аварийное прекращение деятельности, например, в результате отключения электроэнергии, водоснабжения, стихийных бедствий, действий работников государственных органов и подобных факторов относится к форс-мажорным обстоятельствам, и учтено быть не может.

Если у одного из грузовых пунктов режим работы стал больше, например, две смены работает пункт погрузки, в этом случае  $T_n$  автомобиля остается прежним, поскольку режим работы пункта разгрузки не изменен. Аналогично обратное.

Допустим оба грузовых пункта стали работать в две смены, в этом случае  $T_n$  автомобиля также неизменно, поскольку, согласно определению, в *Смикро* плановый объем перевозок ограничен и более перевозить нечего. Вышеизложенное позволяет утверждать - в имеющейся *Смикро* изменение  $T_n$  возможно только в результате заранее спланированных действий не случайного характера, поэтому вышеназванная гипотеза по данному показателю подтверждается.

Рассмотрим, как может изменяться  $T_c$  в *Смикро*.

Допустим, также имеется ранее сложившаяся *Смикро*. Исходя из предназначения *Смикро*, равно как и других АТСПГ, единственной целью *Смикро* является перевозка груза, при безусловной его сохранности. Как было сказано ранее, к особенностям функционирования *Смикро* и *Сом* относится то, что время пребывания автомобиля в системе отождествляется с  $T_c$ , а выработка автомобиля совпадает с выработкой *Смикро*.

Допустим в *Смикро* появилась необходимость в перевозке большего количества груза, чем было запланировано ранее. (По предыдущему условию, согласно исходным данным, 1 ездка выполняется за 2 часа, за 8 часов автомобиль сможет выполнить 4 ездки, таким образом, автомобиль грузоподъемностью 2 тонны сможет перевезти 8 тонн, а по новым условиям требуется доставить 20 тонн, по условию автомобиля иной грузоподъемности нет.) Рассмотрим возможные случаи, как может быть выполнена работа в *Смикро* в данной ситуации:

1) чтобы вывести 20 тонн за одну смену потребуется работа группы автомобилей грузоподъемностью 2 тонны, тогда *Смикро* превращается в малую автотранспортную систему [1];

2) чтобы вывести 20 тонн в *Смикро*, нужно взять другой автомобиль большей грузоподъемности, а от имеющегося отказаться, тогда будет другая *Смикро*, с другими параметрами работы;

3) пропускная способность грузовых пунктов 8 тонн в смену (для приведенного примера), для перевозки 20 тонн автомобилем грузоподъемностью 2 тонны, потребуется 3 дня работы *Смикро*, а тогда в данную смену 20 тонн к перевозке принято быть не может, из-за превышения пропускной возможности имеющейся *Смикро*.

Напрашивается вывод, что изменение  $T_c$  также возможно только в результате заранее спланированных действий не случайного характера, поэтому рассматриваемая гипотеза по данному показателю также подтверждается.

Рассмотрим, как может изменяться  $l_M$  в *Смикро*.

Допустим, также имеется ранее сложившаяся *Смикро*,  $l_M=10$  км.

*Маршрутом* называется путь следования подвижного состава при выполнении перевозок, от начального до начального пункта [1].

*Длина маршрута* ( $l_M$ ) складывается из расстояния, проходимого автомобилем от первого пункта погрузки до последнего пункта разгрузки и расстояния, проходимого при возвращении в первоначальный пункт погрузки. В *Смикро* маршрут – маятниковый, с обратным не груженым пробегом.

Перевозка груза должна осуществляться по кратчайшим расстояниям. Это требование уже выполнено при создании *Смикро*. Поэтому  $l_M$  случайно стать меньше не может.

Увеличение  $l_M$  возможно:

1) если фактически пункт разгрузки оказался дальше от пункта погрузки, но тогда эта другая АТСПГ, а не увеличение  $l_M$  в ранее спроектированной *Смикро*, так как предыдущей *Смикро* соответствует единственное минимальное значение  $l_M$ ;

2) увеличение  $l_M$  (например, объезд) в ранее спроектированной *Смикро* возможно, в случае если существующая транспортная связь прервалась (ремонт дороги, аварии различного характера, действия коммунальных служб и др.), но это форс-мажорные обстоятельства, действия которых учесть невозможно.

Поэтому можно сделать вывод, что изменение  $l_M$  также возможно только в результате заранее спланированных действий не случайного характера, и ранее выдвинутая гипотеза по данному показателю также подтверждается для *Смикро*.

Данное утверждение справедливо и для случая рассмотрения изменения  $l_g$  и  $l_x$ , потому что в *Смикро*  $l_M = l_g + l_x$ .

Пробег – расстояние проходимое транспортным средством за определенное время. Если автомобиль движется с грузом, то его пробег является производительным –  $l_g$ .

Не груженым (холостым) – называется пробег, без груза совершаемый при подаче подвижного состава от места разгрузки под следующую погрузку - ( $l_x$ ).

Исходя из положений теории грузовых автомобильных перевозок справедливо утверждать, что изменение  $l_g$  или  $l_x$  также изменяет не только маршрут, но и АТСПГ в целом.

Изменение  $l_g$  и  $l_x$  также возможно только в результате заранее спланированных действий не случайного характера, поэтому вышеприведенная гипотеза, для *Смикро*, по данным показателям также подтверждается.

Рассмотрим, как может случайно изменяться  $q\gamma$  в *Смикро*.

Заранее исключим из рассмотрения варианты изменения фактической загрузки, связанные с нарушением законодательства, нарушением производственной дисциплины, правил погрузки-разгрузки и перевозки.

Допустим имеется сложившаяся *Смикро*, где необходимо перевезти 8 тонн груза (По предыдущему условию, согласно исходным данным, 1 ездка выполняется за 2 часа, за 8 часов автомобиль сможет выполнить 4 ездки, имеется автомобиль грузоподъемностью 2 тонны, таким образом он сможет перевезти 8 тонн за смену,  $l_M=10$  км,  $\tau_p = \tau_b=0,4$  ч,  $V_T=25$  км/ч.) Рассмотрим возможные случаи, как и когда может быть выполнена работа в *Смикро*, при изменении  $q\gamma$ :

1) Изменение грузоподъемности автомобиля ( $q$ )

- В случае неисправности исходного автомобиля или его не выпуска в линию (например, ТО-1 по графику), исправный аналогичный автомобиль отсутствует, а потому будет использован автомобиль большей грузоподъемности (не случайное действие), то данный автомобиль, выполнив работу в *Смикро*, будет иметь неиспользуемый остаток времени в наряде. Например, применим автомобиль грузоподъемностью 4 тонны, 1 ездка будет выполнена за  $(l_M/V_T + q\gamma (\tau_p + \tau_b))=10/25 + 4*0,8$  3,6 часа, 2 ездки будет выполнено за 7,2 часа, неиспользуемый остаток времени в наряде составит 0,8 ч.

- если взять автомобиль меньшей грузоподъемности ( также не случайное действие, используем то, что есть на предприятии), то для выполнения указанного объема перевозок ему может потребоваться большее количество времени, в связи с этим он не выполнит работу вовремя, что является важнейшим условием при приеме заявки (договора на перевозку груза). Используя данные предыдущего примера, получаем длительность ездки однотоного автомобиля равную  $10/25+1*0,8= 1,2$  ч. Тогда для вывоза 8 тонн ему потребуется 9,6 часа. Это означает, что за одну смену (8 часов) работа будет не выполнена.

Опираясь на вышеизложенное можно сделать вывод, что изменение грузоподъемности является заранее спланированным действием и случайно произойти не может.

2) Изменение загрузки транспортного средства (изменение  $\gamma$ )

В соответствии с правилами перевозок груза загрузка автомобиля должна осуществляться до полной грузоподъемности автомобиля, но не более ее. По условию имеется грузоподъемностью 2 тонны. Изменение  $\gamma$  может означать:

1) к погрузке предъявлен груз ранее не указанный в заявке, что не допускается правилами перевозок груза и может стать причиной отказа в приеме к перевозке;

2) ранее груз был в ящиках, а сегодня в иной таре, например в барабанах (маргарин). Действительно, применение различной тары может оказать влияние на количество погруженного груза в транспортное средство, но в каждой ездке плановое количество груза определяется отдельно и заранее, поэтому утверждать о случайном характере изменения загрузки транспортного средства не верно.

Справедливо утверждать, что изменение  $q\gamma$  возможно только в результате заранее спланированных действий не случайного характера, поэтому рассматриваемая гипотеза по данному показателю не подтверждается.

Аналогичные результаты получены для случая использования в *Сом* кольцевого и иных маятниковых маршрутов.

Рассмотрим правомерность рассматриваемой гипотезы, в случае, когда *Сом* (кольцевой маршрут) получен по результатам решения транспортной задачи [3].

Исходные данные представлены в таблице 1.

Таблица 1 - Матрица исходных данных

Грузополучатель	Грузоотправитель				Потребность в грузе, т.
	A1	A2	A3	A4	
Б1	20	17	10	25	35,0
Б2	14	12	15	37	28,5
Б3	14	40	33	37	23,0
Б4	22	39	19	1	19,5
Б5	20	17	10	25	17,0
Наличие груза, т	63,5	23,0	19,5	17,0	123,0

Закрепление потребителей за поставщиками, как известно, может осуществляться разными методами [3], воспользуемся методом двойного предпочтения. Результаты решения задачи маршрутизации представлены в таблице 2. Получены: средняя автотранспортная система - от грузоотправителя А1 на маятниковых ветвях вывозится груз в Б1, Б2, Б3, Б4, три *Смикро* - где используются маршруты А2Б1Б1А2, А3Б1Б1А3, А4Б4Б4А4 и *Сом*, где используется маршрут А2Б2Б2А1А1Б5Б5А2.

Таблица 2 - Матрица совмещенных планов

Грузополучатель	Грузоотправитель				Потребность в грузе, т.
	A1	A2	A3	A4	
Б1	20	17 (15,5) 15,5	10 (19,5) 19,5	25	35,0
Б2	14 (21,0) 28,5	12 (7,5)	15	37	28,5
Б3	14 (23,0) 23,0	40	33	37	23,0
Б4	22 (2,5) 2,5	39	19	1 (17,0) 17,0	19,5
Б5	20 (17,0) 9,5	17 7,5	10	25	17,0
Наличие груза, т	63,5	23,0	19,5	17,0	123,0

Рассмотрим, что произойдет, если в исходных условиях изменится расстояние между пунктами погрузки и разгрузки в ранее спланированной *Сом* (маршрут А2Б2Б2А1А1Б5Б5А2), полученной по результатам решения транспортной задачи (см табл. 2). Допустим, что теперь грузополучатель под номером Б2 более удален от А2 (см табл. 3). Результаты решения задачи маршрутизации представлены в таблице 4.

Таблица 3 - Матрица исходных данных

Грузополучатель	Грузоотправитель				Потребность в грузе, т.
	A1	A2	A3	A4	
Б1	20	17	10	25	35,0
Б2	14	22	15	37	28,5
Б3	14	40	33	37	23,0

Б4	22	39	19	1	19,5
Б5	20	17	10	25	17,0
Наличие груза, т	63,5	23,0	19,5	17,0	123,0

Таблица 4 - Матрица совмещенных планов.

Грузополучатель	Грузоотправитель				Потребность в грузе, т.
	A1	A2	A3	A4	
Б1	20	17 (15,5) 15,5	10 (19,5) 19,5	25	35,0
Б2	14 (21,0) 28,5	12 (7,5)	15	37	28,5
Б3	14 (23,0) 23,0	40	33	37	23,0
Б4	22 (2,5) 2,5	39	19	1 (17,0) 17,0	19,5
Б5	20 (17,0) 9,5	17 7,5	10	25	17,0
Наличие груза, т	63,5	23,0	19,5	17,0	123,0

Получены: средняя автотранспортная система - от грузоотправителя А1 на маятниковых ветвях вывозится груз в Б1, Б2, Б3, Б4, четыре *Смикро* - где используются маршруты А2Б1Б1А2, А3Б1Б1А3, А4Б4Б4А4 и А3Б5Б5А3.

В таблице 4 показано, что изменение расстояния между А2 и Б2 привело исчезновению ранее существовавшей в плане перевозок *Сом* (кольцевой маршрут А2Б2Б2А1А1Б5Б5А2). Это является доказательством ранее выдвинутой гипотезы. Данное утверждение справедливо и для случая рассмотрения изменения  $l_x$ , а также  $l_m$ , потому что  $l_m$  состоит из суммы  $l_2$  и  $l_x$ .

Вышеизложенное позволяет утверждать - в *Смикро* и *Сом*, как имеющихся, так и полученных по результатам решения транспортной задачи, изменение  $T_n$ ,  $T_c$ ,  $l_m$ ,  $l_2$  и  $l_x$  возможно только в результате заранее спланированных действий не случайного характера, поэтому гипотеза д.т.н. профессора В.И. Николина по данным показателям подтверждается, а по  $q\gamma$  не подтверждается, поскольку изменение  $q\gamma$  также возможно только в результате заранее спланированных действий не случайного характера.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Николин, В.И. Проектирование автотранспортных систем доставки грузов [Текст] / В.И.Николин, С.М.Мочалин, Е.Е.Витвицкий, И.В.Николин. - Омск: Изд-во СибАДИ, 2001.-184 с.
2. Николин, В.И. Применение положений теории вероятностей в грузовых автомобильных перевозках. Монография [Текст] / В.И.Николин, Н.Д.Афанасьев. - Омск: Изд-во «Вариант-Сибирь», 2005. – 212 с.
3. Николин, В.И. Проектирование автотранспортных систем доставки грузов [Текст] / С.М.Мочалин, Е.Е.Витвицкий, И.В.Николин. - Омск: Изд-во СибАДИ, 2001.-184 с.

**Витвицкий Евгений Евгеньевич**

Сибирская государственная автомобильно-дорожная академия (СибАДИ)

Доктор технических наук, доцент, зав.кафедрой «Организация перевозок и управление на транспорте»

Тел. 8-381-2-65-37-04

E-mail: [kaf\\_oput@sibadi.org](mailto:kaf_oput@sibadi.org)

**Ловыгина Надежда Васильевна**

Сибирская государственная автомобильно-дорожная академия (СибАДИ)

Старший преподаватель кафедры «Организация перевозок и управление на транспорте»

Тел. 8-381-2-65-37-04

E-mail: [kaf\\_oput@sibadi.org](mailto:kaf_oput@sibadi.org)

А.С. БОДРОВ, Д.В. ЛОХМАТОВ

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОПТИМАЛЬНОГО СРОКА ВОЗОБНОВЛЕНИЯ ЛАКОКРАСОЧНОГО ПОКРЫТИЯ ПЕСКОРАЗБРАСЫВАТЕЛЯ ПРИ РЕМОНТЕ

На основании комплекса исследований разработан актуальный для практики метод расчета оптимального времени ремонта (возобновления) ЛКП применительно к дорожной технике. При разработке метода использовались известные разработки по расчету времени возобновления или замены элементов по данным статистических обследований при оценке надежности механизмов и систем.

**Ключевые слова:** лакокрасочное покрытие; пескоразбрасыватель; надежность машины; срок возобновления.

On the basis of research complex there was elaborated a method for an optimum repair period (renewal) of paint film as applied to road – building machinery. During elaboration of this method there were used well-known elaborations for the computation of time for renewal or parts replacement according to the data of statistic inspections at the estimation of units and systems reliability.

**Key words:** paint film, winter gritter, machine reliability, term of renewal

Срок службы ЛКП определяется из условия обеспечения минимума суммарных издержек, связанных с его возобновлением или ремонтом. Пусть известен закон распределения долговечности покрытия на пескоразбрасывателе. Чем больше эксплуатируется покрытие (обозначим срок его службы до замены через  $t_{\text{в03}}$ ), тем больше вероятность выхода его из строя —  $q(t_{\text{в03}})$ . При  $t_{\text{в03}}=m$  вероятность отказа  $q(m)$  для различных законов распределения находится в пределах от 0,5 до 0,64. Снизить эту вероятность можно путем уменьшения  $t_{\text{в03}}$ , то есть выбирая  $t_{\text{в03}} < m$ . При этом срок службы пескоразбрасывателя потребует провести дополнительно возобновлений покрытия (рисунок 1):

$$\Delta n = n - n' = \frac{A}{t_{\text{в03}}} - \frac{A}{m}, \quad (1)$$

где  $n = \frac{A}{t_{\text{в03}}} - 1$  — число возобновлений покрытия за срок службы пескоразбрасывателя;

$A$  — срок службы комбайна в единицах наработки;

$t$  — математическое ожидание долговечности покрытия;

$n' = \frac{A}{m} - 1$  — число возобновления при условии, что  $t_{\text{в03}} = m$ .

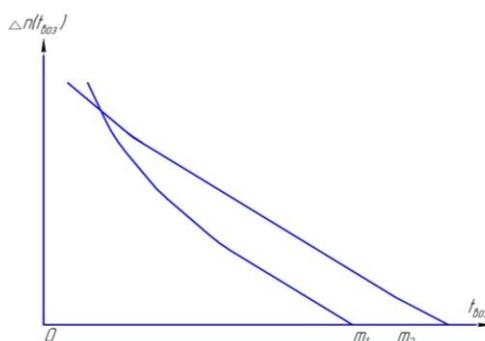


Рисунок 1 – Зависимость  $\Delta n(t_{\text{в03}})$

Характер зависимости  $\Delta n(t_{\text{в03}})$  может быть различным. Из рисунка 1 и формулы (2) видно, что с уменьшением  $t_{\text{в03}}$  число замен покрытия за срок службы пескоразбрасывателя растёт. Соответственно растут и дополнительные расходы на эксплуатацию пескоразбрасывателя, которые можно определить по формуле

$$\Delta C = \Delta n(C_M + C_p) = \left( \frac{A}{t_{\text{в03}}} - \frac{A}{m} \right) (C_M + C_p) \quad (2)$$

где  $\Delta C$  — расходы на эксплуатацию (замену) покрытия за срок службы пескоразбрасывателя;

$\Delta n$  — число возобновлений покрытия за срок службы пескоразбрасывателя;

$C_M$  — стоимость материалов при возобновлении покрытия;

$C_p$  — стоимость (трудозатраты) на возобновление покрытия.

Из формулы (2) видно, что желательно реже производить замены покрытия, то есть иметь  $t_{\text{в03}}$ , как можно большим. С другой стороны, большое значение  $t_{\text{в03}}$  приводит к увеличению вероятности отказа покрытия из-за старения, механических и климатических воздействий. Число возобновлений покрытия (или число замен какого-либо элемента) за срок службы пескоразбрасывателя при выбранном значении  $t_{\text{в03}}$  можно оценить по математическому ожиданию.

Выход покрытия (элемента) из строя является случайным событием, распределенным с плотностью  $f(t)$ . Математическое ожидание числа возобновлений покрытия (числа замен элемента) количественно равно вероятности получения отказа:

$$M_1 = q(t_{\text{в03}}) = \int_0^{t_{\text{в03}}} f(t) dt, \quad (3)$$

За срок службы пескоразбрасывателя число возобновлений покрытия (число замен элементов) будет равно сумме  $[M_n]$ .

$$M_{[n]} = M_1 + M_2 + \dots + M_n,$$

где  $M_{[n]}$  — математическое ожидание числа возобновлений покрытия (числа элементов, вышедших из строя).

Поскольку  $M_1 = M_2 = \dots = M_n$ , то  $M_{[n]} = n \cdot M_1$

$$\text{или } M_{[n]} = n \cdot q \left( t_{\text{в03}} = \int_0^{t_{\text{в03}}} f(t) dt \right). \quad (4)$$

Вид зависимости  $M_{[n]}(t_{\text{в03}})$ , характерный для модальных законов распределения, приведен на рисунок 2.

Если выход из строя элемента вызывает отказ, то это может привести к простоям машины. Ущерб при этом можно определить как:

$$Y = M_{[n]} \cdot (C_1 + C_2), \quad (5)$$

где  $C_2 = t_p \cdot C_{\text{пр}}$ ;

$C_1 = C_M + C_p$  — стоимость замены одного элемента;

$t_p$  — время простоя при замене одного элемента;

$C_{\text{пр}}$  — цена простоя.

Поскольку  $M_{[n]} = n \int_0^{t_{\text{в03}}} f(t) dt$ , то ущерб от простоя

$$Y = n \int_0^{t_{\text{в03}}} f(t) dt (C_1 + C_2) \quad (6)$$

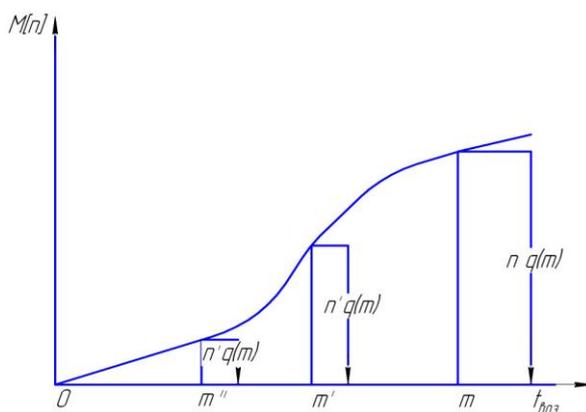


Рисунок 2 – Зависимость  $M_{[n]}(t_{BO3})$

Таким образом, получены две зависимости (3) и (6): первая определяет расходы на поддержание надежности машины (по одному элементу) на необходимом уровне, а вторая определяет ущерб от ненадежности машины. Графики этих зависимостей представлены на рисунке 3.

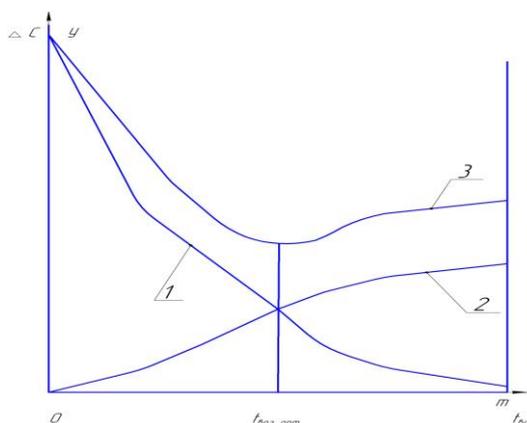


Рисунок 3 – Зависимости  $\Delta C(t_{BO3})$  (1);  $Y(t_{BO3})$  (2);  $R(t_{BO3}) = \Delta C(t_{BO3}) + Y(t_{BO3})$  (3)

При увеличении  $t_{BO3}$  уменьшаются дополнительные расходы на плановые возобновления покрытия (элемента), но при этом возрастает ущерб от снижения надежности. Очевидно, что оптимальное значение  $t_{BO3}$  соответствует минимуму функции

$$R(t_{BO3}) = \Delta C + Y = \left( \frac{A}{t_{BO3}} - \frac{A}{m} \right) C_1 + (C_1 + C_2) n \int_0^{t_{BO3}} f(t) dt. \quad (7)$$

Обозначив через  $B = C_1 + C_2$  ущерб от одного отказа и произведя преобразования, найдем производную  $\frac{dR(t_{BO3})}{dt_{BO3}}$ :

$$R'(t_{BO3}) = \frac{-A m t_{BO3} - A m (m - t_{BO3})}{m^2 t_{BO3}^2} C_1 + B \cdot n \cdot q'(t_{BO3}) \quad (8)$$

Поскольку  $t_{BO3} \neq 0$ ,

$$B \cdot n \cdot q'(t_{BO3}) \cdot t_{BO3}^2 - A \cdot C_1 = 0 \quad (9)$$

Подставив  $n = \frac{A}{m}$  и  $q'(t_{BO3}) = \frac{d}{dt_{BO3}} \int_0^{t_{BO3}} f(t) dt = f(t_{BO3})$ .

получим  $B \cdot \frac{A}{m} \cdot f(t_{603}) \cdot t_{603}^2 - A \cdot C_1 = 0$ .

Поскольку  $A \neq 0$ ;  $m \neq 0$ , то

$$B \cdot f(t_{603}) \cdot t_{603}^2 - mC_1 = 0. \quad (10)$$

Зависимость (10) позволяет определить оптимальное время замены покрытия (элемента), если известны:  $f(t)$  — функция плотности распределения времени безотказной работы элемента;  $m$  — математическое ожидание надежности элемента;  $B$  — ущерб от одного отказа элемента;  $C_1$  — затраты на замену элемента.

Для определения оптимального времени замены (возобновления) элемента, имеющего нормальное распределение, получим:

$$B \frac{1}{\sigma \sqrt{2\pi}} \exp \left[ -\frac{(t-m)^2}{2\sigma^2} \right] t_{603}^2 - m \cdot C_1 = 0; \quad (11)$$

$$t_{603} = \sqrt{\frac{m \cdot C_1 \delta \sqrt{2\pi}}{B} \exp \left[ \frac{(t-m)^2}{2\sigma^2} \right]}, \quad (12)$$

Разработанный метод является универсальным и при наличии вышеуказанных исходных данных может применяться для определения оптимального времени замены конкретного элемента или для назначения оптимального времени ремонтно-обслуживающих воздействий по обородованию.

С использованием статистических данных о надежности ЛКП пескоразбрасывателя на различных поверхностях обшивки были рассчитаны оптимальные сроки ремонта покрытия для всех четырех групп поверхностей. Эти сроки оказались различными и колебались от 3 до 8 лет. Меньшие сроки возобновления имело покрытие на поверхностях, подверженных коррозионно-механическому изнашиванию и ударным нагрузкам. Именно эти поверхности и лимитируют сроки ремонтной окраски всего пескоразбрасывателя. Таким образом, оптимальным сроком ремонта лакокрасочного покрытия на пескоразбрасывателе следует принять срок в 3,5—4 года.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Новиков, А.Н. Окраска автомобилей при ремонте: Монография [Текст] / А.Н. Новиков, А.С. Бодров. – Орёл: ОрёлГТУ, 2008. – 127 с.: ил.
2. Северный, А.Э. Сохраняемость и защита от коррозии сельскохозяйственной техники [Текст] / А.Э.Северный. - М.: ГОСНИТИ, 1993.

### **Бодров Андрей Сергеевич**

Орловский Государственный Технический Университет, г. Орел  
Кандидат технических наук, доцент кафедры «Сервис и ремонт машин»  
Тел.:8(4862)73-43-50

### **Лохматов Дмитрий Владимирович**

Орловский Государственный Технический Университет, г. Орел  
Аспирант кафедры «Сервис и ремонт машин»  
Тел.:89192073552

Н.В. АЛДОШИН

## ПЕРЕХОДНЫЕ ПЕРИОДЫ ПРИ ТРАНСПОРТИРОВАНИИ ТЕХНИКИ НА УТИЛИЗАЦИЮ

*Рассмотрены неустановившиеся периоды работы транспортных средств при транспортировке техники на утилизацию, что представляет собой систему массового обслуживания. Установлено, что процесс представляет собой нестационарный пуассоновский поток заявок на обслуживание транспортных средств приемным пунктом. Для решения практических задач показана зависимость закона распределения времени между смежными событиями.*

**Ключевые слова:** транспортный процесс, теория массового обслуживания, ординарность, стационарность, отсутствие последствия, утилизация.

*The unsettled periods of transport work at equipment delivery for utilization are considered. That represents a system of mass servicing. It is defined that the process represents a transitional stream of applications for transport service by a receiving center. To solve practical problems there is shown a dependence of the law of time distribution between adjacent events.*

**Key words:** transportation process, theory of mass servicing, ordinarieness, stationarity, absence of consequences, utilization

Хорошо организованный сбор и транспортировку выбывшей из эксплуатации техники на утилизацию можно реализовать взаимосвязанным функционированием предприятий и частных лиц имеющих такую технику, транспортных средств обеспечивающих ее доставку, приемных пунктов и площадок предварительного хранения.

Процесс сбора и транспортировки утилизируемой техники может быть рассмотрен как система массового обслуживания. Поступающую на утилизацию технику можно рассматривать как вероятностный поток требований. Заявки поступают одна за другой в некоторые, случайные, моменты времени. Их обслуживание на приемном пункте складывается из операций оформления документов, разгрузки на место хранения и т.д. Таким образом обслуживание поступившей заявки продолжается некоторое время, после чего приемный пункт освобождается и снова готов для приема следующей заявки. Если в момент прибытия очередного груженого транспортного средства производится обслуживание предшествующих требований, то приходится ожидать в очереди, не покидая приемный пункт. При этом продолжительность простоя транспортных средств в очереди является одним из главных показателей их эффективности использования.

При отсутствии транспортных средств на приемном пункте наблюдается его простой. Но его можно считать условным, так как работники пункта в это время могут заниматься оценкой, анализом и разработкой технологии утилизации каждой конкретной принятой единицы техники. Поэтому вероятность простоя приемного пункта из-за отсутствия средств доставки не соответствует полному ее значению. С точки зрения уровня организации труда оно должно быть минимальным.

Обычно выбывшую из эксплуатации технику доставляют одним и тем же ограниченным количеством транспортных средств. Таким образом, взаимосвязанную работу транспортных средств и приемного пункта предприятия утилизации можно рассматривать как замкнутую систему массового обслуживания.

На практике моменты поступления заявок случайны, случайна и длительность их обслуживания. В связи с этим процесс работы системы протекает нерегулярно. В потоке заявок образуются сгущения и разрежения. Сгущения могут привести к образованию очередей транспортных средств, разрежения – к простоям пунктов приема. На эти

случайности связанные с неоднородностью потока заявок, накладываются случайности по обслуживанию отдельных заявок. Тогда функционирование всей нашей системы массового обслуживания представляет случайный процесс [1].

Чтобы дать рекомендации по рациональной организации транспортного обеспечения утилизации техники необходимо изучить данный случайный процесс. Таких работ выполнено много, и в них отражено, что рассматриваемая система подчинена простейшему (пуассоновскому) потоку событий, который обладает тремя свойствами: а) стационарностью; б) отсутствием последействия; в) ординарностью.

Данные утверждения относятся к установившемуся во времени процессу работы системы. Интересен вопрос, справедливы ли эти выводы для начальных (нестационарных) моментов работы (начало смены, возобновление работы после обеденного перерыва и т.д.), когда процесс обслуживания не является установившимся? При этом необходимо проверить наличие вышеуказанных свойств в потоке событий, рассмотрев их более детально.

Свойство отсутствия последействия означает, что заявки на обслуживание поступают в систему независимо друг от друга, т.е. для любых непересекающихся промежутков времени число событий, поступающих на один из них, не зависит от числа событий, попадающих на другие. Это условие выполняется в нашем случае, так как в разное время транспортные средства подают заявки на обслуживание независимо друг от друга.

Свойство ординарности означает, что заявки приходят поодиночке, а не парами, тройками и т.д., т.е. вероятность попадания на элементарный участок  $\Delta t$  двух или более событий мала по сравнению с вероятностью попадания одного события. Действительно, вероятность того, что два и более транспортных средства одновременно потребуют обслуживания очень мала по отношению к вероятности того, что это сделает одно транспортное средство.

Свойству стационарности удовлетворяет поток заявок на обслуживание, вероятностные характеристики которого не зависят от времени. Другими словами, вероятность попадания того или иного числа событий на участок времени длиной  $t$  зависит только от длины участка и не зависит от того, где именно на оси времени расположен этот участок. При этом плотность потока заявок  $\lambda(t) = const$ .

В начальные моменты работы системы обслуживания это свойство не выполняется. Так, изначально приемный пункт свободен, а все транспортные средства в рейсе. Затем постепенно транспортные средства доставляют технику, обслуживаются на пункте и уезжают в рейс, после чего обратно возвращаются, подавая заявки на обслуживание. Таким образом, процесс стабилизируется спустя определенное время. Тем не менее, именно в переходные периоды времени он не может считаться стационарным, и плотность потока заявок  $\lambda(t) \neq const$ . Тогда основной характеристикой процесса является мгновенная плотность потока заявок, определяемая как отношение среднего числа событий, приходящегося на элементарный участок времени  $(t, t + \Delta t)$ , к длине этого участка, когда последняя стремится к нулю:

$$\lambda(t) = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{m(t + \Delta t) - m(t)}{\Delta t} = m'(t),$$

где  $m(t)$  – математическое ожидание числа событий на участке  $(0, t)$ .

Значит, в переходные периоды работы системы обслуживания поток событий ординарный и без последействия, но не стационарный, с переменной плотностью  $\lambda(t)$ . Такой поток называется нестационарным пуассоновским потоком [2].

Для такого потока число событий, попадающих на участок длиной  $\tau$ , начинающейся в точке  $t_0$ , подчиняется закону Пуассона:

$$P_m(\tau, t_0) = (a^m / m!) e^{-a} \quad (m = 0, 1, 2, \dots),$$

где  $a$  – математическое ожидание числа событий на участке от  $t_0$  до  $t_0 + \tau$ ;

равное 
$$a = \int_{t_0}^{t_0+\tau} \lambda(t) dt .$$

Значение параметра  $a$  зависит не только от длины  $\tau$  участка, но и от его положения на оси времени.

Закон распределения промежутка времени  $T$  между соседними событиями зависит от того, где на оси времени расположено первое событие, и от вида функции  $\lambda(t)$ . Если  $t_0$  – момент времени появления первого события из двух соседних, то закон распределения времени  $T$  между этим событием и последующим определяется так:

$$F_{t_0}(t) = P(T < t) = 1 - P(T \geq t),$$

где  $P(T \geq t)$  – вероятность того, что на участке от  $t_0$  до  $t_0 + t$  не появится ни одного события;

$$P(T \geq t) = e^{-a} = e^{-\int_{t_0}^{t_0+t} \lambda(t) dt}$$

откуда

$$F_{t_0}(t) = 1 - e^{-\int_{t_0}^{t_0+t} \lambda(t) dt} . \tag{1}$$

Дифференцируя выражение (1), найдем плотность распределения:

$$f_{t_0}(t) = \lambda(t_0 + t) e^{-\int_{t_0}^{t_0+t} \lambda(t) dt} \quad (t > 0). \tag{2}$$

Вид полученного закона распределения зависит от параметра  $t_0$  и вида функции  $\lambda(t)$ . Учитывая не большую величину времени нестационарной работы по транспортному обслуживанию, функцию  $\lambda(t)$  на данном участке временной оси с достаточной точностью можно аппроксимировать линейной зависимостью:

$$\lambda(t) = k t + b.$$

Тогда выражение (2) равно

$$f_{t_0}(t) = [a + b(t_0 + t)] e^{-at - bt_0 t - bt^2/2} . \tag{3}$$

Структура нестационарного пуассоновского потока сложнее, чем простейшего, но он также достаточно удобен для практического применения. Это связано с тем, что главное свойство простейшего потока – отсутствие последействия – выполняется.

**Выводы.** 1. Работа по сбору и транспортировке техники на утилизацию может рассматриваться как система массового обслуживания. В начальные (неустановившиеся) периоды времени она представляет собой нестационарный пуассоновский поток, для которого характерны свойства ординарности и отсутствия последействия, но не стационарности. Плотность потока заявок на обслуживание в нем не постоянна.

2. В этом случае для решения практических задач по обоснованию оптимальности транспортного обслуживания утилизируемой техники закон распределения времени  $T$  между смежными событиями определяется по зависимости (3).

### ЛИТЕРАТУРА

1. Вентцель, Е.С. Теория вероятностей [Текст] / Е.С.Вентцель. – М.: Наука, 1969. – 576 с.
2. Алдошин, Н.В. Нестационарные пуассоновские процессы при транспортном обслуживании кормоуборочных агрегатов [Текст] / Н.В.Алдошин // Международный технико-экономический журнал. – 2008. – №2. С. 36–38

**Алдошин Николай Васильевич**  
 МГАУ им. В.П.Горячкина  
 к.т.н., проф., кафедры «Автомобильный транспорт»  
 тел. 8-903-971-73-27

С.М. МОЧАЛИН, К.Б. БЕЛОЗЕРОВА

## ПРИМЕНЕНИЕ ПРИНЦИПОВ ЛОГИСТИКИ В ОРГАНИЗАЦИИ ДОСТАВКИ ГРУЗОВ

*Статья называется «Применение принципов логистики в организации доставки грузов». Рассматривается несколько основных принципов, которые отражают логистический подход в производственной деятельности. Описывается значение доставки грузов и выполнение условий, связанных с ней, на примере системы «точно в срок». Наибольшее внимание уделялось главному принципу логистики, то есть оптимизации расходов, который достигается с помощью экономии за счет масштабов. Положительной стороной применения принципов логистики в организации доставки грузов является решение одной из глобальных задач: за счет достижения с минимальными затратами максимальной приспособляемости логистической системы к конъюнктуре рынка. Чем лучше логистическое управление, тем организованнее проходит процесс доставки грузов, следовательно, выполняется система «точно в срок».*

**Ключевые слова:** логистика, доставка грузов, оптимизация расходов

*Article is called «Application of principles of logistics in the organisation of delivery of cargoes». Some main principles which reflect the logistical approach in industrial activity are considered. Value of delivery of cargoes and performance of the conditions connected with it is described, on a system example «is exact in time». The greatest attention was given to a logistics major principle, that is optimisation of expenses which is reached by means of economy at the expense of scales. A positive side of application of principles of logistics in the organisation of delivery of cargoes is the decision of one of global problems: at the expense of achievement with the minimum expenses of the maximum ability to get used logistical system to market condition. The logistical management is better, the passes process of delivery of cargoes faster the system «just in time», hence, is carried out.*

**Key words:** logistics, freight delivery, costs optimization

Доставка грузов [4,с.220-225] - это процесс выполнения, помимо собственно перевозки, целого ряда работ и услуг, которые в комплексе обеспечивают эффективное распределение товаров. Доставка продукции распадается на ряд последовательных отдельных этапов, не связанных между собой, и может выполняться разными перевозчиками. Поэтому оптимизация такой пространственно-временной цепи представляет собой весьма сложную задачу. Функции транспорта в системе распределения товаров заключаются в ее транспортном и экспедиционном обеспечении. Всякий грузопоток характеризует четырехиндексное число – пункт отправления, пункт назначения, класс груза, временной интервал на перевозку. Целесообразно рассматривать доставку как процесс непрерывного обеспечения последующих подразделений, при синхронизации работы всех звеньев системы и согласовании ее со спросом. Это требует очень жесткой дисциплины поставок, которая невозможна без четких характеристик составляющих ее элементов. Для повышения эффективности и системной устойчивости на рынке транспортных услуг при доставке грузов должна быть обеспечена максимальная координация и интеграция всех звеньев транспортного процесса, участвующих в формировании и управлении основными и вспомогательными материальными и связанными с ними информационными и финансовыми потоками. Элементами (звеньями) транспортного процесса при доставке грузов являются: подача подвижного состава под погрузку, погрузка, транспортирование и разгрузка. Необходимо отметить, что звенья и составляющие их элементы доставки, равно как и характеристики спроса на перевозки, отличаются высокой степенью неопределенности, т. е. стохастичностью. Пользователи транспортных услуг в настоящее время отдают

предпочтение таким показателям, как соблюдение временных графиков доставки грузов, ответственность за удовлетворение оговоренных потребностей. Выполнение этих требований связано с достаточно точной временной оценкой звеньев доставки грузов, т.е. со знанием закономерностей изменения всех их элементов и установлением конкретных величин. Выявление закономерностей звеньев и элементов доставки является основой в системном построении всех возможных видов организации перевозок грузов. При осуществлении транспортно-складских операций перед специалистами службы логистики стоит задача как можно большей минимизации запасов продукции, хранящейся на складе. На основе учета фактора времени в работе предприятий и логистики была разработана система «точно в срок». Вся продукция должна заказываться строго под конкретного потребителя, и после подтверждения факта оплаты. Служба логистики должна организовать работу таким образом, чтобы продукция доставлялась с таможенного склада или от поставщика непосредственно на склад получателя. Тем самым, достигается сокращение затрат на погрузочно-разгрузочные операции, складирование, хранение, транспортировку и устранение опасности появления неликвидов. Главным принципом логистики, при доставке грузов является оптимизация расходов. На транспорте она достигается при соблюдении экономии за счет масштабов грузоперевозки и маршрутизации перевозок. Экономия за счет масштабов грузоперевозки связана с тем, что, чем крупнее груз, тем меньше транспортные расходы на единицу веса. Точно так же более мощные виды транспорта - железнодорожный и водный - обходятся дешевле в расчете на единицу веса перевозимого груза, чем менее мощные - автомобильный и воздушный виды транспорта. Экономия за счет масштабов грузоперевозки возникает в силу того, что постоянная компонента транспортных расходов распределяется на весь груз, так что чем он больше, тем меньше удельные издержки на единицу веса. Экономия за счет протяженности маршрута связана с тем, что чем длиннее маршрут, тем меньше транспортные расходы в расчете на единицу расстояния. Этот эффект также называют принципом убывания, поскольку удельные издержки на единицу пути сокращаются по мере увеличения дальности грузоперевозки. Следует стремиться к максимальной загрузке транспортных средств и максимальной протяженности маршрутов грузоперевозки при обязательном удовлетворении всех сервисных ожиданий потребителей. Оптимум транспортных издержек должен быть таким, чтобы общие логистические издержки оставались минимальными.

Важнейшее значение при разработке и создании логистических систем имеют принципы, определяющие характер и сущность всего устройства согласования, в общем, и отдельных его аспектов в частности.

Есть несколько основных принципов, которые отражают логистический подход к решению проблемы в производственной деятельности. [4,с.48-54]

1. Принцип синергичности, наиболее ярко выражает результат системного подхода в решении конкретных задач и достижении корпоративной цели. В реальных условиях он проявляется в том, что за счет согласованных действий во всех взаимоувязанных процессах потокодвижения удается достичь большего экономического эффекта в целом по структуре, чем при улучшении функционирования отдельных элементов логистической системы.

2. Принцип динамичности, определяет ту особенность любой логистической системы, что она не может быть «застывшим», статическим организационно-экономическим образованием. Любая логистическая система изначально предполагает необходимость в постоянном развитии, стремление к совершенствованию.

3. Принцип комплектности, обозначает необходимость построения логистических систем, как совокупности тесно взаимосвязанных нескольких или множества элементов. Этот принцип предполагает объединение дискретности снабженческо-сбытовых, производственных и прочих операций в непрерывном потокодвижении. Длительное автономное функционирование отдельных элементов системы является деструктивным. Его возможность сигнализирует о разрушении логистической системы, либо об отсутствии объективных предпосылок ее создания.

4. Принцип инициативности, предполагает проявление хозяйственными структурами обоснованно корректной предупредительной реакции на вероятные изменения внутренней и внешней сред протекания потоковых процессов. При этом важное значение имеет создание субъективных условий, положительно влияющих на процесс хозяйственной деятельности.

5. Принцип гибкости. Реализация данного принципа непосредственно связана с решением одной из глобальных задач логистики, которая, в частности, требует от хозяйственных структур достижения максимальной приспособленности к конъюнктуре рынка. При этом требуется как обеспечение постоянного контроля состояния рынка и повышение скорости реакции на требования потребителей, так и обеспечение технико-технологической возможности взаимозаменяемости, перестройки структурных элементов и логистической системы в целом

6. Принцип целесообразности. Ориентирует специалистов-логистов на привлечение к решению хозяйственных задач лишь того потенциала и ресурсов, которые способствуют достижению цели логистической системы. Тем самым предполагается избирательность в определении: организационных, технических, технологических структурных составляющих, других подразделений, устремленных и работающих на единый корпоративный результат по минимизации всех видов затрат: материальных, временных, финансовых.[4,с.48-54]

Основные требования логистического управления: непрерывное внимание к рационализации информационных и прочих задействованных в логистической системе потоков. Данное требование наиболее тесно связано с принципами: динамичности, комплексности, целесообразности. Оно продиктовано принципами: гибкости, инициативности; минимизация относительных и совокупных затрат. Корреспондируется с принципом целесообразности и направлено на решение одной из глобальных задач: за счет достижения с минимальными затратами максимальной приспособляемости логистической системы к конъюнктуре рынка; обеспечение сохранности материально-вещественных образований при их складской переработке и транспортировке. Выполнение данного требования основано на разработке и выполнении технологических и организационных мероприятий. К технологическим мероприятиям следует отнести строгое выполнение требований складской переработки товаров, применяемых при их перевозке, транспортных технологий, обеспечивающих сохранность потребительских свойств данных товаров.

В итоге мы пришли к выводу, что не касаясь существа производства, можно принять, что снабжение любого предприятия связано с получением нужных материалов в необходимом количестве в нужном месте и в нужное время (доставка грузов «точно в срок»),

т.е. с перевозкой сырья и его хранением. Доставка грузов «точно в срок» позволяет существенно снизить уровень запасов. Принципы логистики позволяют совершенствовать методику и повысить качество организационного проектирования, обеспечить системный подход к проектированию транспортно - складской, производственной, коммуникационной и информационной подсистем.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Аникин, Б.А. Логистика [Текст] / Б.А.Аникин; под ред. проф. Б.А. Аникина. – М.: ИНФРА-М, 2003. - 325 с.
2. Гаджинский, А.М. Основы логистики [Текст] / А.М. Гаджинский. - М.: ИВУ Маркетинг, 2007, - 124 с.
3. Гордон, М.П. Логистика товародвижения [Текст] / М.П. Гордон, С.Б. Карнаухов. - М.: Центр экономики и маркетинга, 2008, – 168 с.
4. Гудков, В.А. Основы логистики : Учебник для вузов [Текст] / В.А. Гудков [и др]. - М.: Горячая линия-Телеком, 2004. - 351с.
5. Неруш, Ю.М. Логистика: Учебник для вузов [Текст] / Ю.М. Неруш . - М.: Банки и биржи, ЮНИТИ, 1997 (2000). - 271 с
6. Логистика и управление цепочками поставок. / М. Кристофер. - СПб: Питер, 2004. - 320 с.

**Мочалин С.М**

Сибирская государственная автомобильно-дорожная академия  
Доктор технических наук, профессор кафедры «Логистика»  
Тел. 89083193164

**Белозерова Ксения Борисовна**

Сибирская государственная автомобильно-дорожная академия  
Магистрант  
E-mail: kseniy-bel@mail.ru

УДК 629.33

С.П. БАЖЕНОВ, Е.В. ТОЛСТЫХ

## РАСЧЕТ ОПТИМАЛЬНОЙ СТРУКТУРЫ ПАРКА СПЕЦИАЛИЗИРОВАННОЙ ТЕХНИКИ, ОБСЛУЖИВАЮЩЕЙ СЕТИ ВОДОСНАБЖЕНИЯ, ВОДООТВЕДЕНИЯ И ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ ГОРОДОВ

*Определена оптимальная структура парка специализированной техники. Предложена методика расчета оптимальной структуры парка специализированной техники, которая позволяет учесть количество и особенности работ на объектах водоснабжения, водоотведения и теплоснабжения города. Приведен пример расчета оптимальной структуры парка для города Липецка.*

**Ключевые слова:** специализированная техника, водоотведение, теплоснабжение

*The optimum structure of park of the specialized engineering is determined. The technique of account of optimum structure of park of the specialized engineering is offered which allows to take into account quantity and features of works on objects of water supply, water assignment and warm of supply of city. The example of account of optimum structure of park for cities of Lipetsk is given.*

**Key words:** special machinery, drainage system, heat supply

В России 1037 городов, 2193 рабочих поселков, 153 тысячи сельских населенных пунктов в жилищно-коммунальных хозяйствах и энергетике которых используют специализированную технику (вакуумную и илососную) на шасси автомобилей [5].

Специализированная техника участвует в ремонтно-восстановительных работах, ликвидирует последствия аварий на объектах водоснабжения, водоотведения и теплоснабжения городов.

Важную роль в повышении эффективности работы имеет оптимальная структура парка специализированной техники. Предложенная методика позволяет рассчитать оптимальную структуру парка специализированной техники в зависимости от объема выполняемых работ.

Структура парка специализированной техники по объему цистерн должна возможно более полно соответствовать распределению требований по откачке жидкости с одной точки порыва.

Пусть объемы цистерн на автомобильном шасси заданы рядом  $v_1, v_2, \dots, v_m$ . Известно распределение объемов откаченной жидкости с одной точки порыва  $f(V)$ . Вероятность откачки объема жидкости, для которой требуется автомобиль с емкостью цистерны  $v_j$ , осуществляющий откачку всего объема с точки порыва за  $i$  ездов,  $i=1,2,\dots$

$$P_{ji} = \begin{cases} \int_{v_{j-1}}^{v_j} f(V)dV, & i=1, \\ \int_{v_{j(i-1)}}^{v_{ji}} f(V)dV, & i=2,3,\dots \end{cases} \quad (1)$$

Средний размер откаченной жидкости, перевозимой за одну езду

$$\bar{v}_e = \sum_{j=1}^m v_j \sum_{i=1}^{\infty} P_{ji}. \quad (2)$$

Количество ездов, выполняемое парком специализированных автомобилей за расчетный период (неделю)

$$z_e = \frac{V_{cp}}{\bar{v}_e}, \quad (3)$$

где  $V_{cp}$  – общий средний объем откаченной жидкости за расчетный период, м<sup>3</sup>.

Количество ездов, выполняемых специализированными автомобилями с объемом цистерн  $j$ -го типа

$$z_{ej} = P_{ji} z_e. \quad (4)$$

Объем откаченной жидкости специализированными автомобилями с объемом цистерн  $j$ -го типа

$$V_j = z_{ej} v_j, \quad j = \bar{1}, \bar{m}. \quad (5)$$

Среднесписочное количество специализированных автомобилей с емкостью цистерн  $j$ -го типа

$$A_j = \frac{V_j}{D \alpha_B V_{cymj}}, \quad (6)$$

где  $D$  – количество рабочих дней в расчетном периоде;

$\alpha_B$  – коэффициент выпуска специализированных автомобилей на линию;

$V_{cymj}$  – суточная производительность специализированного автомобиля с цистерной  $j$ -го типа.

Суточная производительность автомобиля с цистерной  $j$ -го типа

$$V_{cymj} = \frac{T_M v_j}{\frac{2l_{II}}{v_{II}} + t_{H-C_j}}, \quad (7)$$

где  $l_{II}$  – среднее расстояние перевозки откаченной жидкости от места налива до места слива цистерны, км;

$v_{II}$  – средняя скорость перевозки груженой цистерны, км/ч;

$t_{H-C_j}$  – среднее время налива и слива жидкости за одну езду, ч;

$T_M$  – время работы на маршруте, ч (определяемое месторасположением предприятия, точек порыва и слива).

$$T_M = T_H - \frac{l_1}{v_1} - \frac{l_2}{v_2} - \frac{l_3}{v_3} - t_{ПО} - t_{ОЭ} - t_{об}, \quad (8)$$

где  $T_H$  – время в наряде, ч;

$l_1$  – средние расстояния от месторасположения предприятия до заправочного пункта, км;

$l_2$  – средние расстояния, соответственно от заправочного пункта до точки порыва, км;

$l_3$  – средние расстояния от точки слива до месторасположения предприятия, км;

$v_1, v_2, v_3$  – средние скорости при движении до заправочного пункта, выезда на точку порыва и возврата от последнего места слива, соответственно, км/ч;

$t_{3П}$  – время заправки автомобиля, ч;

$t_{ПО}$  – время предрейсового и послерейсового осмотра, ч;

$t_{ОЭ}$  – время ожидания экскаватора, ч;

$t_{об}$  – время обеденного перерыва, ч.

Доля специализированных автомобилей с цистерной  $j$ -го типа в структуре парка

$$\beta_j = \frac{A_j}{\sum_{j=1}^m A_j}, \quad j = \bar{1}, \bar{m}. \quad (9)$$

Для ликвидации последствий аварий в ночные и выходные дни следует рассчитать аварийный запас парка специализированной техники.

Для расчета аварийного запаса парка специализированной техники воспользуемся методами управления запасами, разработанными в логистике [1].

Известно: распределение количества объектов за неделю  $f(x)$  с параметрами  $\bar{x}$  и  $\sigma_x$ ; распределение объема откаченной жидкости с каждого объекта с параметрами  $f(V)$  и  $\sigma_V$ .

Тогда ожидаемое количество откаченной жидкости за неделю составит

$$Q_{общ} = \bar{x}\bar{V}. \quad (10)$$

Стандартное отклонение ожидаемого количества откаченной жидкости за неделю, учитывает два фактора случайностей: количество объектов за неделю и объем откаченной жидкости с каждого объекта

$$\sigma_{общ} = \sqrt{\bar{x}^2 \sigma_V^2 + \bar{V} \sigma_x^2}. \quad (11)$$

Вероятность того, что недельный объем работы не превысит потребный с учетом резервного объема, не должна превышать заданную вероятность  $\alpha$

$$P \quad Q \geq Q_{общ} + B \leq \alpha. \quad (12)$$

Рассмотрим неравенство в фигурных скобках. Разделим его на  $\sigma_{общ}$

$$\frac{Q - Q_{\text{общ}}}{\sigma_{\text{общ}}} \geq \frac{B}{\sigma_{\text{общ}}} \quad (13)$$

Обычно  $\alpha = 0,05$ . Тогда квантиль нормального распределения равен 1,96 [3].  
Следовательно

$$\frac{B}{\sigma_{\text{общ}}} = 1,96 \quad (14)$$

Тогда резервный объем работы составит

$$B = 1,96\sigma_{\text{общ}} \quad (15)$$

Среднесуточная производительность одного автомобиля

$$\bar{V}_{\text{сут}} = \sum_{i=1}^3 V_{\text{сут}j} \beta_j \quad (16)$$

Резервные автомобили должны выполнить объем работы  $B$

$$1,96\sigma_{\text{общ}} = A_p \bar{V}_{\text{сут}} D_k \alpha_B \quad (17)$$

Следовательно, количество единиц в аварийном запасе парка

$$A_p = \frac{1,96\sigma_{\text{общ}}}{\bar{V}_{\text{сут}} D_k \alpha_B} \quad (18)$$

где  $D_k$  – количество календарных дней в расчетном периоде.

Количество специализированных автомобилей с емкостью цистерн  $j$ -го типа в аварийном запасе парка

$$A_{p_j} = A_p \beta_j \quad (19)$$

Пример:

Исходными данными для расчета являются статистические данные о количестве и объеме работ специализированной техники на объектах водоснабжения, водоотведения и теплоснабжения г. Липецка.

Для обработки статистических данных и построения функций плотности распределения вероятности был использован программный продукт STATISTICA 6.0. Описательные статистики представлены в таблице 1.

Таблица 1 - Описательные статистики переменных для расчета структуры парка

Переменная	Объем выборки	Оценка мат. ожидания	Минимальное значение	Максимальное значение	Оценка ср. квадр. откл.
Количества откаченной жидкости с одного объекта, м <sup>3</sup>	10000,00	7,17	3,00	32,00	5,30
Количества откачиваемой жидкости за неделю, м <sup>3</sup>	208,00	1074,25	122,00	3173,00	611,80
Количества объектов за неделю	208,00	21,73	3,00	58,00	11,14
Расстояния от базы до места порыва, км	4519,00	5,78	0,30	22,40	3,39
Расстояния от места налива до места слива, км	4519,00	9,00	0,40	27,90	5,03

Времени заправки автомобиля, ч	50,00	0,10	0,04	0,15	0,03
Времени предрейсового и послерейсового осмотра, ч	50,00	0,50	0,15	0,78	0,15
Времени ожидания экскаватора, ч	50,00	1,43	0,43	2,40	0,45

Вероятности откачки объема жидкости представлены в таблице 2.

Таблица 2 - Вероятности откачки объема жидкости

Объем цистерны	Количество ездов, $j$	Вероятность, $P_{ji}$
3,75	1	0,504863
	2	0,146551
	3	0,032051
	4	0,030344
	5	0,008808
	6	0,001926
	7	0,001823
5,00	1	0,103425
	2	0,612840
	3	0,005513
10,00	1	0,091722
	2	0,006217
	3	0,003684

Средний размер откаченной жидкости, перевозимой за одну езду (формула 2)

$$\bar{v}_e = 3,75 \cdot (0,504863 + 0,146551 + 0,032051 + 0,030344 + 0,008808 + 0,001926 + 0,001823) + 5 \cdot (0,103425 + 0,61284 + 0,005513) + 10 \cdot (0,091722 + 0,006217 + 0,003684 + 0,003684) = 4,591 \text{ м}^3.$$

Количество ездов, выполняемое парком автомобилей за расчетный период (формула

3)

$$z_e = \frac{1074,2}{4,591} = 234 \text{ ездки.}$$

Количество ездов, выполняемых специализированными автомобилями с объемом цистерн  $j$ -го типа (формула 4)

$$z_{e_1} = 0,726366 \cdot 234 = 170 \text{ ездов,}$$

$$z_{e_2} = 0,170222 \cdot 234 = 40 \text{ ездов,}$$

$$z_{e_3} = 0,101623 \cdot 234 = 24 \text{ ездки.}$$

Объем откаченной жидкости специализированными автомобилями с объемом цистерн  $j$ -го типа (формула 5)

$$V_1 = 170 \cdot 3,75 = 637,5 \text{ м}^3,$$

$$V_2 = 40 \cdot 5 = 200 \text{ м}^3,$$

$$V_3 = 24 \cdot 10 = 240 \text{ м}^3.$$

Среднесписочное количество специализированных автомобилей с емкостью цистерн  $j$ -го типа (формула 6)

$$A_1 = \frac{637,5}{5 \cdot 0,73 \cdot 17,4} = 10,$$

$$A_2 = \frac{200}{5 \cdot 0,73 \cdot 19,7} = 3,$$

$$A_3 = \frac{240}{5 \cdot 0,73 \cdot 33,9} = 2.$$

Суточная производительность специализированного автомобиля с цистерной  $j$ -го типа (формула 7)

$$V_{\text{сут1}} = \frac{5,33 \cdot 3,75}{\frac{9}{15} + 0,55} = 17,4 \text{ м}^3,$$

$$V_{\text{сут2}} = \frac{5,33 \cdot 5,0}{\frac{9}{15} + 0,75} = 17,7 \text{ м}^3,$$

$$V_{\text{сут3}} = \frac{5,33 \cdot 10}{\frac{9}{15} + 0,97} = 33,9 \text{ м}^3.$$

Время работы на маршруте (формула 8)

$$T_M = 9 - \frac{2,3}{19} - \frac{5,78}{19} - \frac{8,0}{19} - 0,5 - 1,43 - 0,1 - 0,8 = 5,33 \text{ ч.}$$

Доля специализированных автомобилей с цистерной  $j$ -го типа в структуре парка (формула 9)

$$\beta_1 = \frac{10}{(10+3+2)} = 0,67,$$

$$\beta_2 = \frac{3}{(10+3+2)} = 0,2,$$

$$\beta_3 = \frac{2}{(10+3+2)} = 0,13.$$

Таблица 3 - Сравнение фактической и расчетной структуры парка

Объем цистерны, м <sup>3</sup>	Фактическая структура парка, ед.	Расчетная структура парка, ед.
3,75	6	10
5,00	5	3
10,00	2	2

В таблице 3 представлено сравнение фактической и расчетной структуры парка. Сравнив значения, приведенные в таблице 3, выявлено не соответствие фактической и расчетной структуры парка специализированной техники. Следует привести фактическую структуру парка в соответствии с расчетными значениями.

Расчет аварийного запаса парка специализированной техники.

Ожидаемое количество откаченной жидкости за неделю (формула 10)

$$Q_{\text{общ}} = 21,72 \cdot 7,17 = 155,7 \text{ м}^3.$$

Стандартное отклонение ожидаемого количества откаченной жидкости за неделю (формула 11) составит

$$\sigma_{\text{общ}} = \sqrt{21,72^2 \cdot 11,14^2 + 7,17 \cdot 5,3^2} = 242,4 \text{ м}^3.$$

Резервный объем работы (формула 15)

$$B = 1,96 \cdot 242,4 = 475,1 \text{ м}^3.$$

Среднесуточная производительность специализированного автомобиля (формула 16)

$$\bar{V}_{\text{сут}} = 17,4 \cdot 0,67 + 17,7 \cdot 0,2 + 33,9 \cdot 0,13 = 19,6 \text{ м}^3.$$

Резервный парк специализированных автомобилей (формула 18)

$$A_p = \frac{1,96 \cdot 242,4}{19,6 \cdot 0,73 \cdot 7} = 5.$$

Количество специализированных автомобилей с емкостью цистерн  $j$ -го типа в аварийном запасе парка

$$A_{p_1} = 5 \cdot 0,67 = 3,$$

$$A_{p_2} = 5 \cdot 0,2 = 1,$$

$$A_{p_3} = 5 \cdot 0,13 = 1.$$

Таблица 4 - Сравнение фактической и расчетной структуры аварийного запаса парка

Объем цистерны, м <sup>3</sup>	Фактическая структура аварийного запаса парка, ед.	Расчетная структура аварийного запаса парка, ед
3,75	1	3
5,00	3	1
10,00	0	1

В таблице 4 представлено сравнение фактической и расчетной структуры аварийного запаса парка. Сравнив значения, приведенные в таблице 3, выявлено не соответствие фактической и расчетной структуры аварийного запаса парка специализированной техники. Следует привести фактическую структуру аварийного запаса парка специализированной техники в соответствии с расчетными значениями.

Таким образом, применение предлагаемой методики позволяет определять оптимальную структуру парка, выбирать рациональные виды специализированной техники, находить количество при новом проектировании и модернизации транспортных служб предприятий, эксплуатирующих сети водоснабжения, водоотведения и теплоснабжения городов.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Таха, Х. Введение в исследование операций [Текст] / Х.Таха. - М.: Мир, 1985. - 496 с.
2. Лукинский, В.С. Модели и методы теории логистики [Текст] / В.С.Лукинский. - СПб.: Питер, 2003. - 196 с.
3. Боровиков, В.П. STATISTICA: искусство анализа данных на компьютере [Текст] / В.П.Боровиков. - СПб.: Питер, 2003. - 578 с.
4. Бауэрсокс, Д. Дж. Логистика – интегрированная цепь поставок [Текст] / Д. Дж. Бауэрсокс, Д. Дж.Клосс. - М.: ЗАО «Олимп-Бизнес», 2001. - 640 с.
5. Сайт в интернете: <http://www.spec.-technica.ru>.

**Баженов Светослав Петрович**

Липецкий государственный технический университет, г. Липецк

Доктор технических наук, профессор, зав. кафедрой «Автомобили и тракторы»

Тел.: (4742) 32-80-88

E-mail: [bazhenov@stu.lipetsk.ru](mailto:bazhenov@stu.lipetsk.ru)

**Толстых Евгений Владимирович**

Липецкий государственный технический университет, г. Липецк

Аспирант кафедры «Автомобили и тракторы»

Тел.: (4742) 23-62-35, 8-950-800-33-51

E-mail: [tolstykh-lgtu@mail.ru](mailto:tolstykh-lgtu@mail.ru)

В.Э. КЛЯВИН, М.В. ЗЕЛЕНЦОВ

## ЭФФЕКТИВНОСТЬ МЕРОПРИЯТИЙ ПО ОСВЕЩЕНИЮ ПРОЕЗЖЕЙ ЧАСТИ

*Получена модель зависимости вероятности возникновения дорожно-транспортных происшествий от факторов системы водитель-автомобиль-дорога-среда. На этой основе определен экономический эффект от мероприятий по освещению проезжей части.*

**Ключевые слова:** освещенность, аварийность, проезжая часть

*The model of probability of occurring road traffic accidents depending from factors of the system driver-vehicle-road-environment was developed . On its basis was defined profit from measures of lightening road pavement .*

**Key words:** illumination, accident rate, traffic area

Дорожно-транспортное происшествие (ДТП), как правило, является результатом действия на участников дорожного движения целого комплекса факторов. Это – геометрические параметры дороги, освещение дороги, состояние покрытия проезжей части и т.д. Сам по себе каждый отдельно взятый фактор может не являться необходимым и достаточным условием для возникновения аварийной ситуации. Вследствие этого особую важность имеет исследование данных о ДТП, с целью выяснения доли каждого из факторов в происшествии. Для проведения такого исследования была использована база данных ДТП, зарегистрированных за период с 2000 по 2009 годы в городе Липецке.

С целью корректного анализа данных и учета влияния факторов, носящих качественный характер, использованы бинарные фиктивные переменные. Для каждого качественного признака вводится (к-1) фиктивная переменная (к- количество градаций), далее одна из градаций принимается базовой, относительно которой и проводится изучение влияния остальных градаций. При помощи процедуры нормировки, все переменные приводятся к единой шкале.

Основная доля (более 50%) всех дорожно-транспортных происшествий, совершенных в Липецке, приходится на такой вид ДТП, как «Наезд на пешехода». Поэтому, в первую очередь, необходимо выделить факторы, повышающие вероятность возникновения данного вида ДТП.

Исследование целесообразно начать с выявления корреляционных связей между переменными. Для этой цели был использован коэффициент корреляции Спирмена, который дает более корректные результаты для качественных переменных, чем коэффициент корреляции Пирсона.

Корреляционный анализ показал наличие значимых связей между переменными, указанными на рисунке 1. Знак «+» характеризует положительную связь между переменными, знак «-» - отрицательную.

При совершении наезда на пешехода, как следует из рисунка 1, водители пытаются избежать ответственности, скрываясь с места происшествия. Причем наличие пешеходного перехода и остановки общественного транспорта только повышают вероятность наезда.



Рисунок 1 - Результаты корреляционного анализа вида ДТП «Наезд на пешехода»

Далее необходимо уточнить выводы, полученные с помощью корреляционного анализа. Для этого был использован факторный анализ данных. Он позволяет выделить некоторые скрытые, непосредственно не наблюдаемые, факторы.

Таблица 1 - Факторный анализ вида ДТП «Наезд на пешехода»

	Фактор1	Фактор2	Фактор3	Фактор4
Зима	-0,176383	0,030803	<b>0,604676</b>	-0,179882
Лето	0,015418	-0,258499	<b>-0,683463</b>	-0,141115
12.00-18.00	-0,020719	0,208855	-0,166751	<b>0,542921</b>
18.00-24.00	0,037055	-0,365123	0,040441	<b>-0,771016</b>
Состояние покрытия - мокрое	0,215682	-0,030280	<b>0,640993</b>	-0,153539
Освещение улиц отсутствует	-0,185692	0,199290	-0,076134	<b>-0,556403</b>
Тип ТС - легковой	<b>0,841371</b>	0,144868	-0,066658	-0,189418
Тип ТС - автобус	<b>-0,599331</b>	0,142711	0,087629	0,003975
Тип ТС - грузовой	<b>-0,613716</b>	-0,063971	-0,044547	0,072504
Тип ТС - гужевой	<b>-0,632407</b>	-0,462765	0,020985	0,238523
Возраст участников	0,096133	<b>-0,610871</b>	-0,039275	-0,027982
Водительский стаж	0,080570	<b>-0,580686</b>	0,065201	-0,142141
Expl.Var	2,039112	1,943330	2,131979	1,950751
Prp.Totl	0,121564	0,117733	0,105279	0,098030

В результате были определены четыре наиболее значимых фактора для вида ДТП «Наезд на пешехода» (таблица 1):

- Фактор 1 – тип транспортного средства.
- Фактор 2 – возраст участников происшествия и их водительский стаж.
- Фактор 3 – погодные условия.
- Фактор 4 – освещение проезжей части и время суток.

Для нахождения зависимости между фактом возникновения ДТП и факторами, сопутствующими ему, был использован метод регрессионного анализа данных. Так как зависимая переменная (вид ДТП) является качественной и принимает значения 0 или 1, то в этом случае наиболее применима линейная вероятностная модель (LPM), в которой прогнозируемое значение зависимой переменной интерпретируется как вероятность наступления данного события (данного вида ДТП). Следовательно, коэффициенты при независимых переменных, вошедших в модель, будут означать вклад наличия данного фактора в вероятность возникновения происшествия данного типа. Несмотря на такие недостатки линейной вероятностной модели, как отсутствие нормального распределения у случайного члена и возможность выхода прогнозируемого значения за границы интервала [0, 1] (значения вероятности), модель LPM применяется при большом числе наблюдений, а также как инструмент первичной обработки данных для сравнения с результатами, получаемыми более тонкими методами (logit- и probit-модели). При достаточно точной спецификации модели, результаты, полученные с помощью LPM, logit- и probit-моделей оказываются достаточно близкими.

Для вида ДТП “Наезд на пешехода” получена следующая модель:

$$Y = v_1 * 0.553 + 0.23 * v_2 + 0.19 * v_3 + 0.06 * v_4 - 0.1 * v_5 + 0.379,$$

где Y- Вид ДТП “Наезд на пешехода”

- V1- Наличие пешеходного перехода
- V2- Наличие остановки общественного транспорта
- V3- Освещение отсутствует (темное время суток)
- V4- Возраст участников ДТП
- V5- Водительский стаж участников ДТП

Полученное уравнение позволяет не только определить мероприятия, снижающие вероятность возникновения ДТП, но и оценить их экономическую эффективность. Например, устранение фактора “Освещение отсутствует (темное время суток)”, т.е. установка освещения, уменьшит вероятность возникновения вида ДТП «Наезд на пешехода» на 19 %.

Примером возможностей предлагаемых методов выбора мероприятий по снижению ДТП является участок автомобильной дороги Липецк-Грязи, проходящий в черте города. В районе ул. Передельческая (таблица 2) на участке длиной 270 м в период с 2006 по 2008 г.г. произошло 14 ДТП, связанных с наездом на пешехода. В результате 2 человека погибли и 12 получили ранения.

Таблица 2 - Количество ДТП в районе ул.Передельческая

Местоположение Участка на а/д Липецк-Грязи	Длина аварийно-опасного участка, м	Кол-во ДТП за период 2006-2008 г.г.	Кол-во пострадавших за 3 года		Среднегодовое количество погибших/ раненых
			ранен	погиб	
ул.Передельческая (дом №2-дом №16)	270	14	12	2	0.67/4.0

Ущерб от гибели и ранения людей был рассчитан в соответствии с “Методикой оценки и расчета нормативов социально-экономического ущерба от дорожно-транспортных происшествий Р-03112199-0502-00”, (НИИАТ), разработанной по заказу Министерства транспорта Российской Федерации. В Методике приведены показатели издержек от ДТП в

РФ за базовый 1999г., полученные по результатам расчетов специалистами прямых и косвенных потерь российского сообщества в результате ДТП.

Привязка данных базового 1999г. к ситуации 2008г. выполнена с использованием поправочного коэффициента **К**, определяемого как отношение прироста ВВП России 2008 и 1999г.г. к приросту количества населения, занятого в экономике:

$$K = (\text{ВВП РФ 2008г.} / \text{ВВП РФ за 1999г.}) / \\ (\text{N Чел. в эконо} \mathbf{2008г.} / \text{N Чел. в эконо} \mathbf{1999г.}) = \\ = (\mathbf{41.668} \text{ трлн.руб.} / \mathbf{4.1} \text{ трлн.руб.}) / (\mathbf{75,8} \text{млн.чел.} / \mathbf{64,53} \text{млн.чел.}) = \mathbf{7,94}^1$$

(Для расчета поправочного коэффициента использованы данные сборника «Социально-экономические показатели РФ», Госкомстат, официальное издание, 2008г.)

Для дальнейших расчетов применяем более укрупненные показатели издержек российского общества от ДТП:

- со смертельным исходом 17,95 млн. руб.
- с ранением 6,995 млн. руб.

Определение выгод сообщества от снижения аварийности на участках дороги, характеризуемых концентрацией ДТП, основано на следующем принципе:

- Выгоды общества от снижения аварийности принимаются равными величине издержек общества от ДТП, которые предполагается предупредить на рассматриваемом участке концентрации ДТП с помощью предлагаемых мер.

Для обеспечения средней горизонтальной освещенности покрытия проезжей части 20 лк в соответствии с требованиями СНиП 23-05-95 №1211 «Естественное и искусственное освещение» опоры освещения необходимо установить в шахматном порядке с шагом 15 м. Стоимость работ и материалов взята из сети Internet с сайтов специализированных организаций.

Срок окупаемости мероприятий по освещению проезжей части при снижении количества вида ДТП «Наезд на пешехода» на 19% составит 9 месяцев. Продолжительность срока службы инфраструктурного объекта, устанавливаемая для экономических оценок, в разных странах ЕС различна, и составляет от 20 до 50 лет (например, в Финляндии – 30 лет, а в Норвегии - 50 лет). Заявленный производителем срок службы опор освещения составляет не менее 30 лет.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Прогнозирование в системе STATISTICA в среде WINDOWS [Текст] / В.П.Боровиков, Г.И.Ивченко.. – М.: Финансы и статистика, 2006. – 368 с.
2. Statistica 6. Статистический анализ данных [Текст] / А.А. Халафян. – М.: Бином, 2007. – 512 с.
3. Тихонов, Э.Е. Методы прогнозирования в условиях рынка: учеб. пособие / Э.Е.Нильсен. – Невинномысск, 2006. – 221 с.

**Клявин Владимир Эрнстович**

Липецкий государственный технический университет  
к.т.н., доцент кафедры «Управление автотранспортом»

**Зеленцов Михаил Владимирович**

Липецкий государственный технический университет  
аспирант кафедры «Управление автотранспортом»

## ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ МАШИНЫ

УДК 69.002.5

Н.В.КРАСНОЛУДСКИЙ, В.М.ЗЕМСКОВ, А.В.КРАСНОЛУДСКИЙ

### МЕТОДИКА ИНЖЕНЕРНОГО РАСЧЕТА ПАРАМЕТРОВ ВИБРАЦИОННОГО НАКОНЕЧНИКА УСТАНОВКИ ДЛЯ ПРОХОДКИ ГОРИЗОНТАЛЬНЫХ СКВАЖИН СПОСОБОМ ПРОКОЛА

*Предлагается методика расчёта параметров вибрационного наконечника для проходки горизонтальных скважин при бестраншейной прокладке коммуникаций способом вибропрокола. Геометрические и режимные параметры определены с учётом физико-механических свойств грунта на основании проведённых исследований процесса вибропрокола горизонтальных скважин.*

**Ключевые слова:** параметр, горизонтальная скважина, вибрационный наконечник, вибропрокол, бестраншейная прокладка, грунт.

*The design procedure of parametres of a vibrating tip for lining horizontal chinks at no-dig a lining is offered to a lining of communications in the way of vybropuncture. Geometrical and regime parametres are defined with the account of physicommechanical properties of a ground on the basis of the spent researches of process of a vybropuncture of horizontal soil chinks.*

**Keywords:** arametre, horizontal chink, vibrating tip, vybropuncture, no-dig a lining, ground.

До 70 % повреждений подземных коммуникаций приходится на трубопроводы диаметром до 300 мм. Анализ способов бестраншейных технологий показывает, что при прокладке коммуникаций такого типоразмера, наиболее простой с конструктивной точки зрения и дешёвый с экономической, это способ статического прокола. Несмотря на свою конструктивную и технологическую простоту он имеет ряд существенных недостатков: большие напорные усилия, низкую точность проходки. Одним из путей повышения эффективности процесса бестраншейной прокладки трубопроводов способом прокола является применение вибрации.

Как показали исследования Кершенбаума Н.Я. [1], снижение тягового усилия наиболее эффективно в том случае, когда направление колебаний совпадает с направлением движения разрушающего инструмента в деформируемой среде, следовательно, для максимального снижения тягового усилия необходимо развивать колебания в направлении движения рабочего органа. Создаваемые вибратором направленные колебания вдоль оси трубы уменьшают силы бокового трения и содействуют более успешному преодолению лобового сопротивления, в результате чего скорость проходки возрастает в 6-8 раз, а необходимые напорные усилия снижаются в 8-10 раз по сравнению с проколом гидродомкратами. Однако, такие конструкции не получили применения, т.к. имеют низкую эффективность взаимодействия рабочего наконечника с грунтом, связанную с направленным вдоль оси характером колебаний рабочего наконечника, в результате чего часть возмущающей силы расходуется на вибрацию рабочего наконечника, а вторая – на прокладываемый трубопровод. При этом вторая составляющая является доминирующей при проколе. Также в работе [1] отмечается, что проводились исследования конструкций установок для вибропрокола горизонтальных скважин с высокочастотными колебаниями прокладываемых труб в плоскостях, перпендикулярных к оси проходки, которые показали неэффективность таких колебаний.

Следует отметить, что имеются опытные результаты, противоречащие исследованиям вибропрокола с осевыми колебаниями. Так ещё в 50-х годах прошлого века трестом Гидрострой Главкиевстроя был осуществлен вибропрокол скважины диаметром 350 мм, длиной 18 м во влажной супеси с помощью виброснаряда в виде конуса, закрепленного на

отрезке трубы, в которой размещен вал с насаженными на нем дебалансами, электродвигатель мощностью 7 кВт, частотой вращения 3000 об/мин, соединенный муфтой с валом дебалансов. Протаскивание вибрснаряда осуществлялось канатом через лидерную скважину. Эксперимент показал снижение усилий более чем в 10 раз по сравнению со статическим проколом [2], в связи, с чем появилась необходимость более глубоких исследований процесса вибропрокола горизонтальных скважин рабочим наконечником с колебаниями перпендикулярно оси образуемой скважины.

Процесс вибропрокола горизонтальных грунтовых скважин с колебаниями перпендикулярно оси проходки представляет собой внедрение в грунт под действием напорной или тяговой силы конусного рабочего наконечника, рисунок 1, внутри которого вмонтирован вибратор круговых колебаний. При внедрении наконечника грунт уплотняется в стенки скважины, имея такое свойство, как сжимаемость, которая обусловлена изменением пористости. Вибратор, установленный внутри конусного рабочего наконечника, является интенсификатором процесса образования скважины, так как энергия колебаний, передаваемая в массив грунта, способствует снижению коэффициента внутреннего трения и сцепления, что уменьшает величину критического напряжения для изменения структуры грунта, и в конечном итоге уменьшает напорную или тяговую силу.

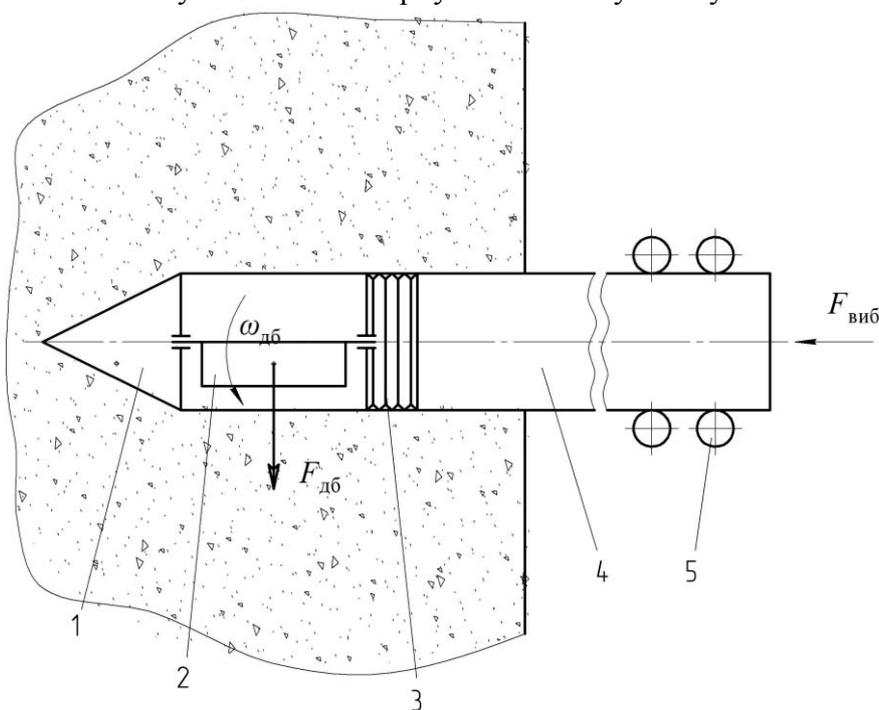


Рисунок 1 - Схема взаимодействия наконечника с грунтом при вибропроколе горизонтальной скважины под действием напорной силы

1-конусная часть рабочего наконечника; 2-дебаланс вибратора; 3-компенсирующее устройство; 4-напорная труба; 5-направляющие;  $F_{дб}$  - возмущающая сила дебаланса;  $\omega_{дб}$  - угловая частота вращения дебаланса.

На кафедре ПСМ Балаковского института техники, технологии и управления были проведены теоретические и экспериментальные исследования процесса образования горизонтальных скважин вибрационным наконечником с колебаниями перпендикулярно оси проходки. Целью таких исследований было повышение эффективности проходки горизонтальных скважин способом вибропрокола при бестраншейной прокладке коммуникаций путём снижения лобового сопротивления внедрению рабочего наконечника и как следствие повышения точности, увеличения скорости и длины проходки. Для приложения полученных результатов к практике реального проектирования вибрационных наконечников установок для прокола горизонтальных скважин при бестраншейной

прокладке коммуникаций была разработана методика инженерного расчета параметров вибрационного наконечника, представленная в данной статье.

В качестве исходных документов для расчета необходимо знать следующие данные:

1. Диаметр прокладываемой коммуникации -  $d_{тр}$ . На основании диаметра прокладываемой коммуникации определяется диаметр образуемой скважины:

$$D_{скв} = d_{тр} + \Delta d ,$$

где  $\Delta d = 10...15$  мм - технический зазор между стенкой скважины и проложенной коммуникацией.

2. Физико-механические свойства грунта, а именно:

$\sigma_{упл}$  - величина среднего критического напряжения или так называемый «коэффициент сопротивления грунта уплотнению», при котором происходит изменение пористости грунта в зоне внедрения конусного рабочего наконечника путём изменения структуры грунта, Па.

$a$  - параметр, зависящий от физико-механических свойств грунта, имеющий размерность,  $м^2/с$ , то есть площадь контакта частиц грунта в единицу времени. Для практических расчётов по результатам проведённых экспериментальных исследований принимается:  $a = 12,5 м^2/с$  - для глины,  $a = 6,5 м^2/с$  - для песка.

$\delta$  - коэффициента затухания колебаний в грунте, 1/м.

В качестве искоемых параметров, в соответствии с рисунками 2, 3, 4 необходимо определить:

- оптимальный угол заострения вибрационного наконечника  $\alpha$  ;
- геометрические размеры вибрационного наконечника;
- оптимальную угловую частоту вращения дебаланса -  $\omega_{дб}$  ;
- кинетический момент и геометрические размеры дебаланса;
- мощность на привод вибрационного наконечника -  $N_{вн}$  ;
- усилие для внедрения вибрационного наконечника -  $F_{виб}$  .

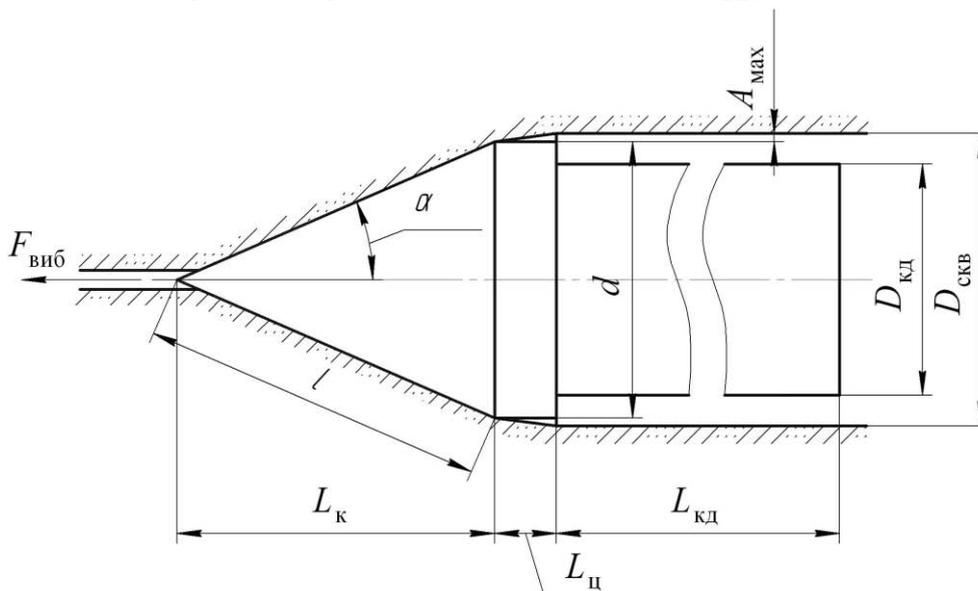


Рисунок 2 – Расчётная схема к определению параметров вибрационного наконечника

Инженерный расчет параметров вибрационного наконечника проводится в следующей последовательности:

1. Определяется оптимальный угол заострения рабочего наконечника, дающий минимальное сопротивление прокола из анализа результатов работы [3]:

$$2 \cdot \operatorname{tg} \alpha = \sin 2(\alpha + \varphi),$$

где  $\alpha$  - угол заострения конусной части вибрационного наконечника;

$\varphi = \operatorname{arctg} f$  - угол трения грунта о наружную поверхность вибрационного наконечника.

Для рекомендуемых значений коэффициента трения  $f = 0.25 \div 0.4$  в глинистых и  $f = 0.4 \div 0.55$  в песчаных грунтах  $2\alpha = 45 \div 50^\circ$ , что соответствует практическим результатам проколов.

2. При известном диаметре вибрационного наконечника  $d$  и оптимальном угле заострения  $\alpha$  определяются основные геометрические размеры вибрационного наконечника:

а) длина конусной части  $L_{\text{к}}$  вибрационного наконечника:

$$L_{\text{к}} = \frac{d}{2 \cdot \operatorname{tg} \alpha},$$

где  $d$  - диаметр вибрационного наконечника, мм.

В свою очередь диаметр вибрационного наконечника определится из следующего выражения:

$$d = D_{\text{СКВ}} - A_{\text{макс}},$$

где  $A_{\text{макс}}$  - амплитуда колебаний основания конуса вибрационного наконечника, на основе

результатов проведённых исследований рекомендуется принимать  $A_{\text{макс}} = 2 \div 2,5$  мм.

б) длина цилиндрической части  $L_{\text{ц}}$  наконечника определяется через рассмотрение места контакта вибрационного наконечника с грунтом при рабочем положении, рисунок 3.

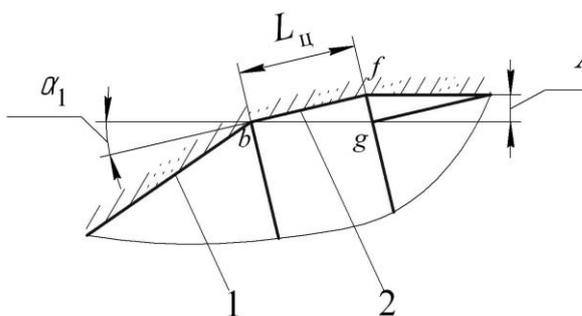


Рисунок 3 - Расчетная схема для определения длины цилиндрической части вибрационного наконечника  
1-коническая часть наконечника;  
2-цилиндрическая часть наконечника.

Из  $\Delta bfg$  можно получить:

$$L_{\text{ц}} = \frac{A_{\text{макс}}}{\sin \alpha_1},$$

где  $\alpha_1$  - угол наклона вибрационного наконечника относительно оси скважины в рабочем положении, определяемый из следующего выражения:

$$\alpha_1 = \arcsin \frac{D_{\text{СКВ}}}{2 \cdot \sqrt{L_{\text{к}}^2 + \frac{d^2}{4}}} - \alpha.$$

в) размеры корпуса дебалансов предварительно приняв величину зазора между стенкой скважины и корпусом вибратора при рабочем положении вибрационного наконечника  $\Delta \approx 2 \dots 5$  мм.

Длина корпуса дебалансного вибратора определится:

$$L_{\text{кд}} = \frac{\Delta}{\sin \alpha_1}.$$

Диаметр корпуса дебалансного вибратора:

$$D_{\text{кд}} = d - 2 \left( \frac{\Delta}{\cos \alpha_1} + L_{\text{кд}} \operatorname{tg} \alpha_1 \right). \quad (1)$$

3. Для нахождения эффективных параметров привода дебалансного вибратора для различных типов грунтов, необходимо определить рациональную частоту колебаний вибрационного наконечника, для вовлечения в процесс переукладки частиц грунта в нужном объеме, окружающем вибрационный наконечник. Опираясь на ранее проведенные исследования, за показатель, характеризующий эффективность вибрационного воздействия наконечника на грунт, было принято ускорение колебаний грунта в слое  $h$  (радиус зоны уплотнения), размеры которого определяются напряжённой зоной при внедрении конусного рабочего наконечника и составляют от 3 до 5 диаметров основания рабочего наконечника  $d$ , то есть  $h = (1,5 \dots 2,5) \cdot d$ . Величина ускорения колебаний, развиваемая дебалансным вибратором на расстоянии  $h$  от оси проходки, необходимая для эффективного уплотнения грунта в стенки скважины будет также определяться интенсивностью затухания колебаний, характеризуемая коэффициентом затухания  $\delta$ . Экспериментальные исследования позволили получить конкретные значения коэффициентов затухания амплитуды в зависимости от физико-механических свойств грунта и угловой частоты колебаний. Коэффициент затухания  $\delta$  определяется из выражения вида:

$$\delta = \sqrt{\frac{\omega_{дб}}{a}}$$

Исходя из требуемой величины ускорения колебаний создаваемой в рассматриваемом слое грунта, с учётом последнего выражения, была получена зависимость для определения оптимальной угловой скорости вращения дебаланса вибрационного наконечника с помощью лицензионной программы MathCAD:

$$\omega_{дб} = \frac{2 \cdot \pi \cdot \left[ \left( A_{\max} \cdot \frac{a^2}{j_h} \right)^{\frac{3}{4}} - 0,5 \cdot h \cdot \left( A_{\max} \cdot \frac{a^2}{j_h} \right)^{\frac{1}{2}} + 0,25 \cdot h^2 \cdot \left( A_{\max} \cdot \frac{a^2}{j_h} \right)^{\frac{1}{4}} - 0,13 \cdot h^3 \right]}{\left( A_{\max} \cdot \frac{a}{j_h} \right) \cdot \left( A_{\max} \cdot \frac{a^2}{j_h} \right)^{\frac{1}{4}}}$$

где  $j_h$  - минимально необходимое ускорение колебаний вибрационного наконечника на удалении  $h$  от оси образуемой скважины при котором происходит эффективное уплотнение,  $\text{м/с}^2$  ;

4. Определяется кинетический момент дебаланса по формуле:

$$m_{дб} \cdot e_{дб} = \frac{2}{3} \left( \frac{\pi \cdot d^3}{\text{tg} \alpha} \cdot \rho_{\text{гр}} + m_{\text{вн}} \right) \cdot A_{\max} \cdot e^{\left( \frac{\delta \cdot h}{e^{\delta \cdot h} - 1} - 1 \right)},$$

где  $e_{дб}$  - эксцентриситет дебаланса, м;

$m_{дб}$  - масса дебаланса, кг;

$m_{\text{вн}}$  - масса вибрационного наконечника, кг.

Определив кинетический момент дебаланса по последней зависимости, подбирается вибратор круговых колебаний, устанавливаемый внутри вибрационного наконечника.

В случае отсутствия необходимого промышленно выпускаемого вибратора производится расчет параметров геометрических параметров дебаланса виброблока по схеме рисунка 4, в следующем порядке:

Принимается эксцентриситет дебаланса:

$$e_{дб} = (0,075 \div 0,1) \cdot \frac{D_{кд}}{2}.$$

Определяется масса дебаланса:

$$m_{дб} = \frac{m_{пр} \cdot A_{мах}}{e_{дб}},$$

где  $m_{пр}$  - присоединенные массы грунта и вибрационного наконечника, вовлекаемые в колебания,  $m_{пр} = m_{гр} + m_{вн}$ .

Масса грунта, в объеме которого распространяется энергия колебаний вибратора, определяется:

$$m_{гр} = \pi \cdot d^3 \cdot \left(10 - \frac{1}{24 \cdot tg \alpha}\right) \cdot \rho_{гр},$$

где  $\rho_{гр}$  - плотность грунта, кг/м<sup>3</sup>.

Масса вибрационного наконечника  $m_{вн}$  определяется по конструктивным соображениям.

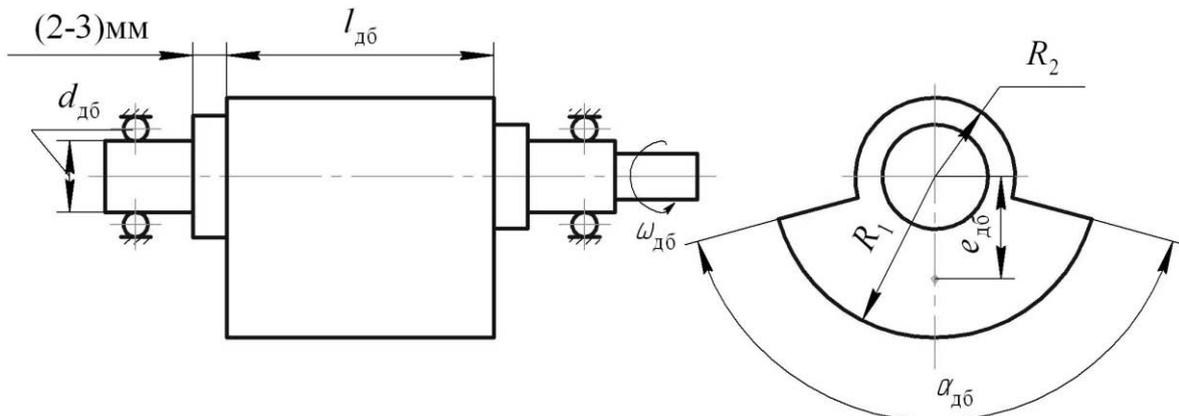


Рисунок 4 - Расчетная схема дебаланса вибрблока

Далее проводится компоновка дебаланса внутри вибрблока с конструктивным заданием  $l_{дб}$  в зависимости от ранее полученных значений длины корпуса вибрационного наконечника  $D_{кд}$  по зависимости (1) и длины шеек опор дебаланса. По компоновочной схеме на основании типовых прочностных расчетов, определяется диаметр посадочных шеек вала дебаланса -  $d_{дб}$ .

Известно, что полезная площадь торца дебаланса -  $S_{дб}$  может быть выражена через его конструктивные размеры формулой:

$$S_{дб} = \frac{\pi}{2} \cdot (R_1^2 + R_2^2) \cdot \frac{\alpha_{дб}}{180^\circ}. \quad (2)$$

и требуемую массу дебаланса:

$$S_{дб} = \frac{m_{дб}}{l_{дб} \cdot \gamma}, \quad (3)$$

где  $\gamma$  - объемная масса материала дебаланса, кг/м<sup>3</sup>.

После приравнивания правых частей зависимостей (2) и (3) радиусы дебаланса  $R_1$  и  $R_2$  определяются из формул:

$$R_1 = \sqrt{\frac{360 \cdot m_{дб} + \pi \cdot R_2^2 \cdot \alpha_{дб} \cdot l_{дб} \cdot \gamma}{\pi \cdot \alpha_{дб} \cdot l_{дб} \cdot \gamma}} \leq R_1^{\max} = \frac{D_{кд}}{2} - (8 \div 10) \text{ мм.}$$

$$R_2 = \frac{d_{дб}}{2} + (0 \div 15) \text{ мм.}$$

5. Определяется мощность необходимую для привода вибратора (если нет возможности подобрать вибратор по кинетическому моменту):

$$N_{вн} = \left( \frac{2}{3} A_{\max} \cdot e^{\left( \frac{\delta \cdot h}{e^{\delta \cdot h} - 1} \right)} \right)^2 \cdot \omega_{дб}^3 \cdot \left[ m_{вн} + \pi \cdot d^3 \cdot \left( 10 - \frac{1}{24 \cdot \text{tg} \alpha} \right) \rho_{гр} \right].$$

6. В конечном итоге находится усилие для внедрения вибрационного наконечника, величина которого определяет эффективность процесса образования горизонтальных скважин:

$$F_{виб} = \pi \cdot \left( \frac{d}{2} \right)^2 \cdot \sigma_r^{виб} \cdot \frac{\text{tg} \alpha + \varphi}{\sin \alpha},$$

где  $\sigma_r^{виб}$  - радиальные напряжения в грунте при воздействии энергии колебаний от вибрационного рабочего наконечника, МПа;

При определении усилия внедрению конусного рабочего наконечника радиальные напряжения  $\sigma_r$  для практических расчетов можно принимать равными  $\sigma_{упл}$  [3]. Анализ полученных экспериментальных данных показывает, что при оптимальных параметрах колебаний происходит снижение радиальных напряжений в 10-11 раз по сравнению со статическим проколом. Таким образом, для практических расчетов можно принимать: для глин  $\sigma_r^{виб} = 0,15 \dots 0,2$  МПа, для песков  $\sigma_r^{виб} = 0,5 \dots 0,6$  МПа.

Представленная методика инженерного расчёта позволяет определить основные параметры вибрационного наконечника с учётом влияния физико-механических свойств грунта и может быть использована при проектировании оборудования для проходки горизонтальных скважин способом вибропрокола при бестраншейной прокладке коммуникаций.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Кершенбаум, В.И. Виброметод в проходке горизонтальных скважин [Текст] / Н.Я.Кершенбаум, В.И.Минаев. - М.: Недра, 1968. - 152 с.
2. Пестов, Г.Н. Закрытая прокладка трубопроводов [Текст] / Г.Н.Пестов. - Подольск: Стройиздат, 1964.- 188 с.
3. Ромакин, Н.Е. Усилие внедрения и оптимальный угол заострения рабочего наконечника при статическом проколе грунта [Текст] / Н.Е.Ромакин, Н.В.Малкова // Строительные и дорожные машины. - 2006. - №10. - С.35-37.

### Краснолудский Николай Викторович

Балаковский институт техники, технологии и управления, г. Балаково  
 Ассистент кафедры «Подъемно-транспортные, строительные и дорожные машины»  
 Тел. 8(8453)44-56-04  
 E-mail: kafpsm@bittu.org.ru

### Земсков Владимир Михайлович

Балаковский институт техники, технологии и управления, г. Балаково  
 Кандидат технических наук, доцент кафедры «Подъемно-транспортные, строительные и дорожные машины»

Тел. +79272251820  
E-mail: zev/am@yandex.ru

**Краснолудский Андрей Викторович**

Балаковский институт техники, технологии и управления, г. Балаково

Кандидат технических наук, доцент кафедры «Подъемно-транспортные, строительные и дорожные машины»

Тел. 8(8453)44-56-04

E-mail: [kafpsm@bittu.org.ru](mailto:kafpsm@bittu.org.ru)

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ КИНЕМАТИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ОРИЕНТИРОВАНИЯ ШТУЧНЫХ ГРУЗОВ НА ТРАНСПОРТНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОМ ИМПУЛЬСНОМ КОНВЕЙЕРЕ

*Рассмотрена конструкция импульсного конвейера, обеспечивающего прямолинейное движение и разворот (ориентирование в плоскости транспортирования) грузов без использования дополнительных внешних устройств, а также математическая модель, описывающая основные кинематические закономерности ориентирования штучных грузов с плоской опорной поверхностью.*

**Ключевые слова:** груз, ролик, механизм свободного хода, инерция, ориентирование, транспортирование.

*The design of the pulse conveyor providing rectilinear movement and a turn (orientation in a transportation plane) cargoes without use of additional external devices, and also the mathematical model describing the basic kinematic laws of orientation of piece cargoes with a flat basic surface is considered.*

**Keywords:** cargo, roller, the free wheeling mechanism, inertia, orientation, transportation.

На кафедре «Подъёмно-транспортные, строительные и дорожные машины» Балаковского института техники, технологии и управления Саратовского государственного технического университета была разработана и запатентована конструкция конвейера с импульсным (инерционным) приводом, позволяющий не только перемещать штучный груз, но и ориентировать его в плоскости транспортирования [1].

Конструкция такого конвейера (рисунок 1) представляет собой подвижную раму 1, опирающаяся на катки 3, на которой установлены на общей оси полуролики 2, каждый из которых оснащён управляемым механизмом свободного хода 4. Привод 5 обеспечивает возвратно-поступательные движения рамы в плоскости транспортирования.

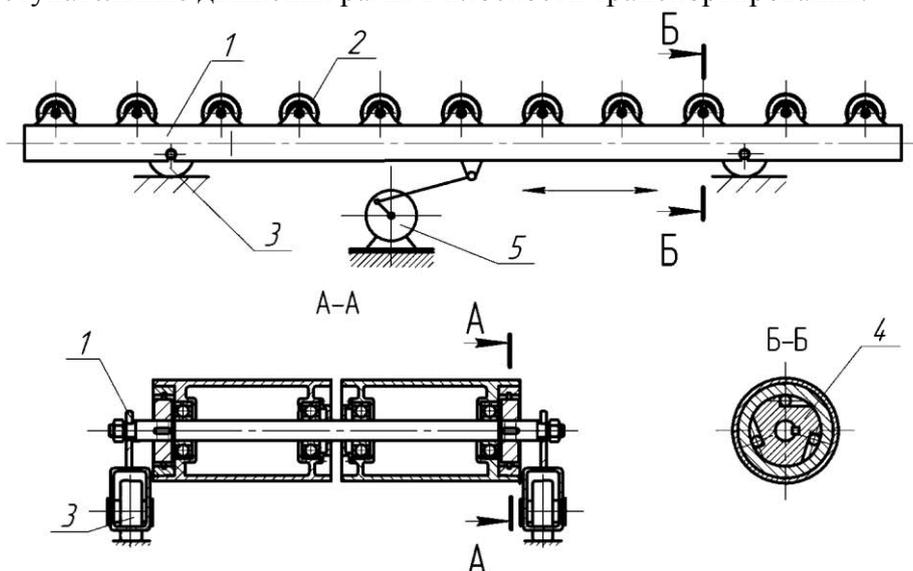


Рисунок 1 – Принципиальная конструктивная схема импульсного конвейера

Для прямолинейного движения груза полуролики должны вращаться в одном направлении.

При движении рамы в сторону транспортирования сила инерции груза, лежащего на полуроликах направлена противоположно движению и стремится повернуть полуролики против часовой стрелки и удержать груз от совместного движения груза с рамой. Так как полуролики снабжены механизмами свободного хода, то между опорной поверхностью груза и полуроликами возникает сила трения, вовлекающая груз в совместное движение с рамой.

При обратном ходе рамы, сила инерции меняет свое направление на противоположное и груз, преодолевая силу сопротивления, возникающую при движении груза по роликам, движется в направлении транспортирования, т.к. механизмы свободного хода не препятствует свободному вращению полуроликам.

Другими словами транспортирование груза происходит при разных сопротивлениях движения груза при прямом и обратном ходе рамы. Это позволяет использовать гармонический привод колебания рамы конвейера, описываемый уравнениями:

$$x_K = A \sin \omega t ,$$

где  $A$  – амплитуда колебаний рамы конвейера;

$\omega$  – угловая скорость привода рамы конвейера;

$$\dot{x}_K = A \omega \cos \omega t ,$$

$$\ddot{x}_K = -A \omega^2 \sin \omega t .$$

Более подробно исследование процесса транспортирования рассмотрено в работе [2].

Если необходимо изменить расположение груза относительно конвейера на требуемых участках трассы транспортирования, например для выполнения технологической операции, то полуролики должны вращаться в противоположные стороны.

При движении рамы в сторону транспортирования (рис. 2) сила инерции груза стремится вращать полуролики в направлении, противоположном транспортированию. Одна половина полуроликов может вращаться, а другой препятствуют механизмы свободного хода. Между заторможенной половиной полуроликов и грузом возникает сила трения, а незаторможенной – сила сопротивления качению, которая значительно меньше силы трения. Направления действия равнодействующей этих сил и силы инерции не совпадают, в результате чего возникает момент, вращающий груз на полуроликах.

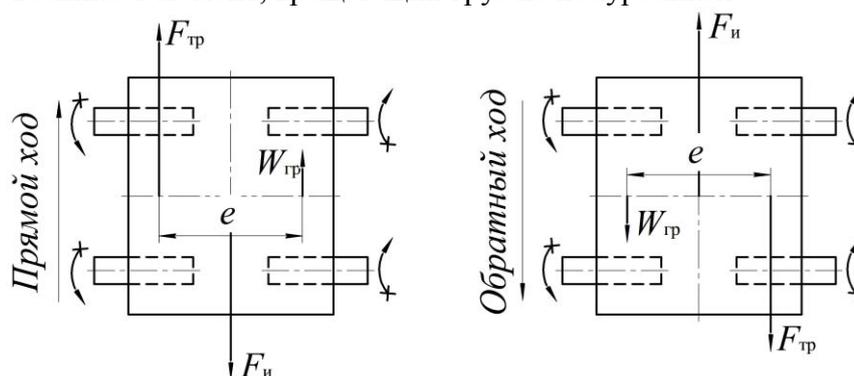


Рисунок 2 – Схема ориентирования груза

$F_и$  – сила инерции груза;  $F_{тр}$  – сила трения покоя опорной поверхности груза о ролики;  
 $W_{зп}$  – общая сила сопротивления движению груза по роликам конвейера.

При обратном ходе рамы с полуроликами сила инерции меняет свое направление и стремится вращать полуролики в направлении транспортирования, но этому будут препятствовать остановки уже другой половины полуроликов. В результате чего равнодействующая сил сопротивления движению груза по роликам и сила инерции груза будут создавать момент того же направления, что и при прямом ходе рамы. Груз в этом случае будет разворачиваться на месте.

Процесс поворота груза относительно рамы на полуроликах можно рассмотреть составив уравнения Лагранжа 2-го рода:

$$\begin{cases} \frac{d}{dt} \frac{\partial T}{\partial \dot{\varphi}_{\text{Гр}}} - \frac{\partial T}{\partial \varphi_{\text{Гр}}} = Q_{\varphi} \\ \frac{d}{dt} \frac{\partial T}{\partial \dot{x}_{\text{К}}} - \frac{\partial T}{\partial x_{\text{К}}} = Q_x \end{cases}, \quad (1)$$

где  $T$  – кинетическая энергия системы;

$\frac{\partial T}{\partial \dot{\varphi}_{\text{Гр}}}, \frac{\partial T}{\partial \varphi_{\text{Гр}}}, \frac{\partial T}{\partial \dot{x}_{\text{К}}}, \frac{\partial T}{\partial x_{\text{К}}}$  – частные производные кинетической энергии;

$\varphi_{\text{Гр}}$  – обобщенная угловая координата груза;

$x_{\text{К}}$  – обобщенная линейная координата рамы и груза;

$Q_{\varphi}$  – обобщенная сила, соответствующая обобщенной координате  $\varphi_{\text{Гр}}$ ;

$Q_x$  – обобщенная сила, соответствующая обобщенной координате  $x_{\text{К}}$ .

Кинетическая энергия системы:

$$T = T_1 + T_2, \quad (2)$$

где  $T_1$  – кинетическая энергия груза:

$$T_1 = \frac{I_{\text{Гр}} \dot{\varphi}_{\text{Гр}}^2}{2}, \quad (3)$$

где  $I_{\text{Гр}}$  – момент инерции груза;

$T_2$  – кинетическая энергия рамы конвейера:

$$T_2 = \frac{m_{\text{К}} \dot{x}_{\text{К}}^2}{2}, \quad (4)$$

где  $m_{\text{К}}$  – масса рамы конвейера;

Продифференцировав выражения (3) и (4) с подстановкой полученных значений в (2) согласно уравнениям (1), получим:

$$\begin{cases} I_{\text{Гр}} \cdot \ddot{\varphi}_{\text{Гр}} = Q_{\varphi} \\ m_{\text{К}} \cdot \ddot{x}_{\text{К}} = Q_x \end{cases}. \quad (5)$$

Активными силами (рисунок 3) являются: сила тяжести груза  $G_{\text{Гр}}$ , учитываемая при определении общей силы сопротивления движения груза на полуроликах  $W_{\text{Гр}}$ , определяемая по формуле:

$$W_{\text{Гр}} = m_{\text{Гр}} g \delta_{\text{Гр}},$$

где  $m_{\text{Гр}}$  – масса груза;

$\delta_{\text{Гр}}$  – приведенный коэффициент сопротивления движению груза по вращающимся роликам;

сила трения скольжения груза по роликам  $F_{\text{тр}}$ , определяемая по формуле:

$$F_{\text{тр}} = m_{\text{Гр}} g \mu,$$

где  $\mu$  – приведенный коэффициент трения скольжения груза по роликам;

и сила инерции груза  $F_{\text{и}}$ , определяемая выражением:

$$F_{\text{и}} = m_{\text{Гр}} \cdot \ddot{x}_{\text{К}}$$

Согласно расчётным схемам (рисунок 3) обобщенная сила  $Q_{\varphi}$ , запишется в виде:

$$Q_{\varphi} = F_{\text{и}} \frac{e}{2} - W_{\text{Гр}} \frac{e}{2} - F_{\text{тр}} l_{\text{р}},$$

где  $l_{\text{р}}$  – шаг расстановки роликов;

$e$  – расстояние между линиями действия сил.

Так как вертикальных перемещений груза нет, то сила тяжести будет учитываться только обобщенной силой сопротивления движения груза по роликам, т.е.

$$I_{гр} \ddot{\phi}_{гр} = F_{и} \frac{e}{2} - W_{гр} \frac{e}{2} - F_{тр} l_p \quad (6)$$

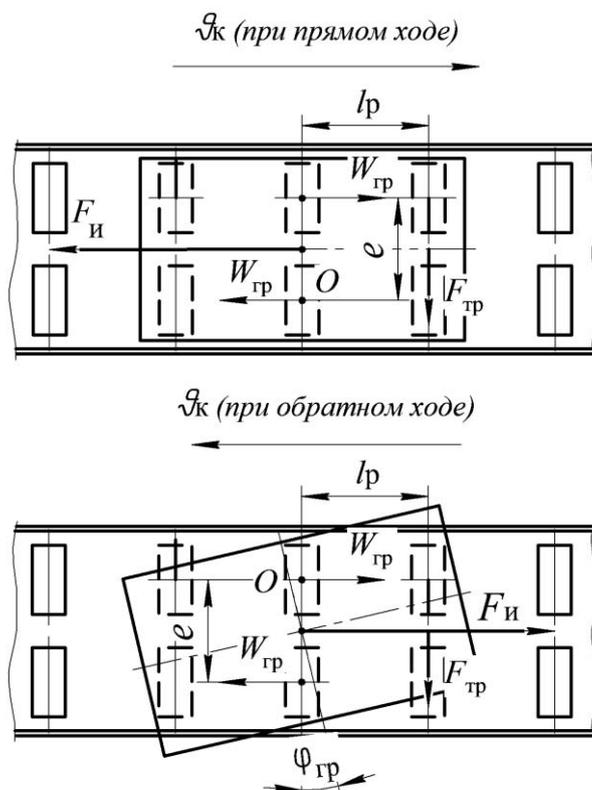


Рисунок 3 – Расчетные схемы к определению закономерности поворота груза при прямом и обратном ходах рамы конвейера

Решая полученное уравнение (6) относительно  $\ddot{\phi}_{гр}$ , определим закономерность изменения ускорения поворота груза:

$$\ddot{\phi}_{гр} = \varepsilon_{гр} = \frac{m_{гр} \frac{e}{2}}{I_{гр}} A \omega^2 \sin \omega t - \frac{m_{гр} g}{I_{гр}} \left( \delta_{гр} \frac{e}{2} + \mu l_p \right). \quad (7)$$

Интегрируя выражение (7) по времени  $t$  определим закономерность изменения скорости поворота груза:

$$\dot{\phi}_{гр} = \omega_{гр} = -\frac{m_{гр} \frac{e}{2}}{I_{гр}} A \omega \cos \omega t - \frac{m_{гр} g}{I_{гр}} \left( \delta_{гр} \frac{e}{2} + \mu l_p \right) \left( t - \frac{\pi}{2\omega} \right). \quad (8)$$

Интегрируя выражение (8) по времени  $t$  определим закономерность угла поворота груза:

$$\phi_{гр} = \frac{m_{гр} \frac{e}{2}}{I_{гр}} A \left( -\sin \omega t \right) + \frac{m_{гр} g}{I_{гр}} \left( \delta_{гр} \frac{e}{2} + \mu l_p \right) \left( \frac{\pi}{2\omega} t - \frac{t^2}{2} - \frac{\pi^2}{8\omega^2} \right), \quad (9)$$

Полученные выражения (7-9) позволяют определить закономерность изменения ускорения, скорости и угла поворота груза при прямом и обратном ходах рамы за цикл колебания рамы конвейера. Теоретическая диаграмма изменения ускорения, угловой скорости и угла поворота груза изображена на рисунке 4.

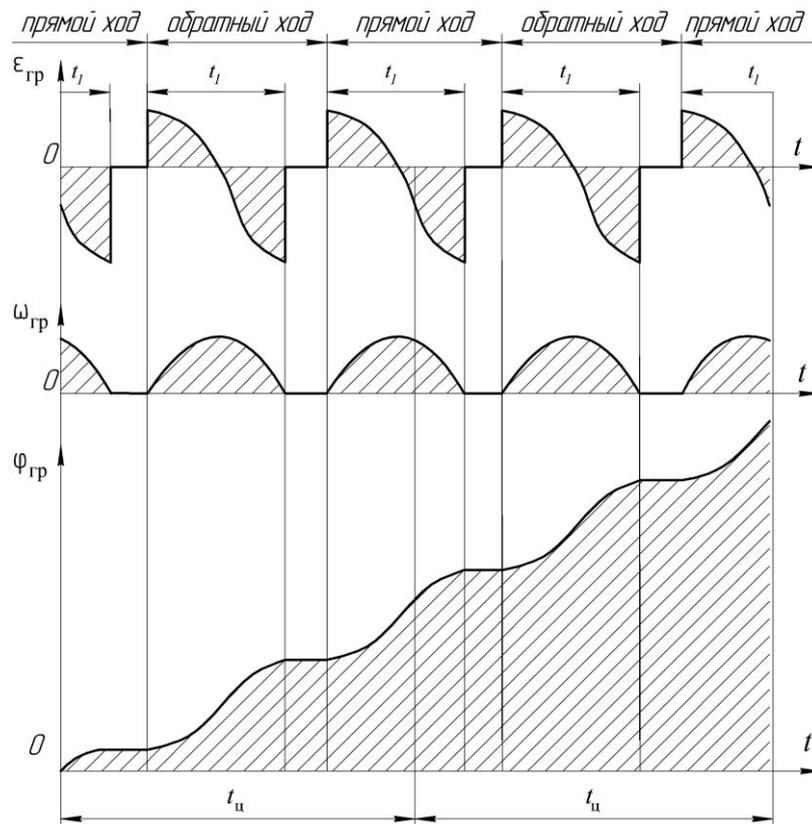


Рисунок 4 – Диаграмма изменения закономерности ускорения, скорости и угла поворота груза

Переходя к определению времени поворота груза  $t_1$ , следует отметить, что за период колебания угловая скорость поворота груза будет изменяться от нуля до максимального значения и уменьшаться до нуля за период времени  $t_1$ , т.е.

$$\dot{\phi}_{гр} = \omega_{гр} = -\frac{m_{гр} e/2}{I_{гр}} \cdot A\omega \cos \omega t + \frac{m_{гр} g \cdot t_1}{I_{гр}} \cdot \left( \delta_{гр} \cdot \frac{e}{2} + \mu \cdot l_p \right) \left( \frac{\pi}{2\omega} - t_1 \right) = 0. \quad (10)$$

При оптимальных режимах колебаний рамы поворот груза будет происходить при прямом ходе рамы – в четвёртой и первой четвертях, при обратном ходе – во второй и третьей четвертях за один цикл. Представим значение времени цикла  $t_{ц} = 2\pi/\omega$ , подставив в выражение (10) и разложив функцию  $\cos \omega t_1$  в ряд, получим:

$$t_1 = \frac{\pi}{2\omega} + \frac{1}{2A\omega^3 e} \left[ -2ge\delta_{гр} - 4gl_p\mu + 2\sqrt{4e^2 g^2 \delta_{гр}^2 + 8g^2 l_p \mu e \delta_{гр} + 2A^2 \omega^4 e^2 - \pi A \omega^2 e^2 g \delta_{гр}} \right].$$

Для инженерных расчётов удобнее использовать среднюю скорость ориентирования груза, которая определяется выражением:

$$\omega_{гр}^{ср} = \frac{\omega}{\pi} \left[ \frac{m_{гр} e/2}{I_{гр}} A \sin \omega t_1 - \frac{m_{гр} g}{I_{гр}} \left( \delta_{гр} \frac{e}{2} + \mu l_p \right) \left( \frac{\pi t_1}{2\omega} - \frac{t_1^2}{2} \right) \right]$$

Параметры колебаний рамы конвейера, при которых возможно ориентирование груза, определяются из условия отсутствия проскальзывания груза относительно роликов при совместном движении с рамой, т.е.  $F_{и} \leq F_{тр}$ , получим:

$$A \leq \frac{2g \left( n_{гр} (\delta_{гр} + l_p \mu) + \mu I_{гр} \right)}{m_{гр} \omega^2 e} \quad (11)$$

На основании выражения (11) построен теоретический график (рисунок 5) изменения значений амплитуды и угловой скорости при фиксированных значениях массы и приведённого момента инерции груза, приведенного коэффициента сопротивления движению груза по роликам, коэффициента трения и геометрических параметров рамы конвейера.

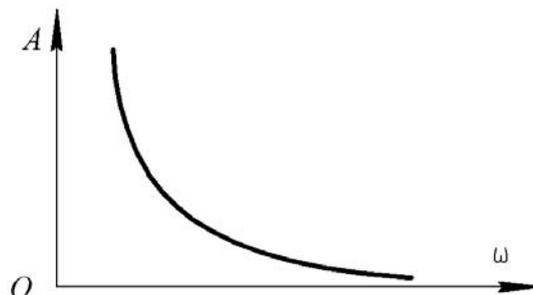


Рисунок 5 – Зависимость изменения амплитуды  $A$  от угловой скорости привода  $\omega$

Следует отметить, что данный график может служить для выбора оптимальных режимов колебаний рамы. Численный анализ и экспериментальные исследования показали, что рациональные значения амплитуды колебаний рамы составляют  $A=0,01\div 0,08$  м и угловой скорости  $\omega=8\div 25$  с<sup>-1</sup>, при которых возможно ориентирование груза на конвейере с гармоническим приводом, а средняя скорость ориентирования  $\omega_{гр}^{ср}=0,05\div 0,8$  рад/с.

Внедрение в производство транспортно-технологического импульсного конвейера для транспортирования и ориентирования штучных грузов с плоской опорной поверхностью позволит обслуживать производственный цикл по заданной программе и может конкурировать с традиционными видами транспорта.

## ЛИТЕРАТУРА

1. А.с. 818988 СССР, Б.И., №13, 1981.
2. Лускань, О.А. Определение рациональных параметров инерционного роликового конвейера [Текст]: Дис...канд. техн. наук. – Саратов, 2004. – 149 с.

### Лускань Олег Александрович

Балаковский институт техники, технологии и управления (филиал) ГОУ ВПО «СГТУ», г. Балаково  
Кандидат технических наук, доцент, докторант кафедры «Подъемно-транспортные, строительные и дорожные машины»

Тел. (8453)68-12-21

E-mail: cap248@yandex.ru

## ВОПРОСЫ ЭКОЛОГИИ

УДК 628.3

А.П. ЛАПИН, В.В. НЕДОЛУЖКО

### ОЧИСТКА СТОЧНЫХ ВОД ОТ НЕФТЕПРОДУКТОВ ФЛОТАЦИОННЫМИ МЕТОДАМИ

*В статье рассматривается процесс очистки сточных вод от нефти и нефтепродуктов флотационными методами. Освещены такие способы очистки, как механическая флотация, электрофлотация, химическая (за счет химических реакций) и флотация с выделением воздуха из раствора, а также указаны их основные достоинства и недостатки.*

**Ключевые слова:** сточные воды; загрязняющие вещества; флотационные методы; дисперсные частицы; оборотный цикл.

*In the paper the process of oil waste treatment by means of flotation methods is considered. Such methods of treatment as physical flotation, electro-flotation, chemical flotation (with the aid of chemical reactions) and flotation with air emission from a solution are covered, and also their main advantages and disadvantages are shown.*

**Key words:** sewage, contaminants, flotation methods, disperse particles, circulating circle

Сточные воды характеризуются различным составом. Многие сточные воды кроме нерастворимых органических и неорганических веществ могут содержать коллоидные примеси, а также взвешенные примеси (грубо- и мелкодисперсные частицы, плотность которых может быть больше или меньше плотности воды). Чаще всего воды представляют собой сложные системы, содержащие различные вещества.

В зависимости от токсичности загрязняющих веществ определяется степень вредности сточных вод.

Процесс очистки сточных вод от нефти и нефтепродуктов флотацией заключается в образовании комплексов частицы — пузырьков воздуха, всплывании этих комплексов и удалении образующегося пенного слоя с поверхности воды.

Как технологический процесс флотация зародилась более 100 лет назад в обогащательной промышленности; применялись масляная, пленочная и воздушная (пенная) флотации. Наиболее эффективной и экономичной является воздушная (пенная) флотация, которая получает все более широкое распространение и в технологии очистки воды, преимущественно для очистки сточных вод.

Взаимное закрепление пузырьков и частиц в водной среде основано на физико-химической взаимодействии трех фаз (вода, вещество частицы, газ) и в большинстве случаев определяется явлениями смачивания. В связи с тем, что газы являются гидрофобными веществами, в жидкой среде они могут активно взаимодействовать лишь с гидрофобными поверхностями других дисперсных примесей. Чем выше степень гидрофобности извлекаемых примесей, тем больше вероятность их закрепления на пузырьках. Гидрофобные поверхности веществ с пузырьками не взаимодействуют.

Флотационная очистка сточных вод технологически и экономически эффективна при извлечении примесей, обладающих природной гидрофобностью (нефть, нефтепродукты,

углеводородные жиры и др.). При отсутствии природной гидрофобности у примесей сточных вод флотация возможна лишь с применением специальных флотореагентов, регулирующих степень гидрофобности поверхностей извлекаемых частиц.

В последнее время все большее внимание уделяется использованию флотации для осветления сточных вод, загрязненных легкими и высокодисперсными взвешьями, тем более, что в данном процессе в пенный слой переходят нефтепродукты. Эффект флотации заключается в способности дисперсных частиц закрепляться на погруженный в воду гидрофобной поверхности пузырьков газа, которым насыщают сточную воду. Эффект прилипания пузырьков воздуха к твердой или жидкой частице, взвешенной в воде, зависит от смачиваемости частицы. На эффект флотации значительное влияние оказывает размер и количество пузырьков газа, распределенных в воде.

По способу введения в очищаемую жидкость пузырьков воздуха различают механическую флотацию, электрофлотацию, химическую (за счет химических реакций) и флотацию с выделением воздуха из раствора (с изменением давления).

Флотационные процессы протекают непрерывно, обладают высокой селективностью выделения примесей при высокой скорости процесса, не требуют сложной и дорогостоящей аппаратуры и обеспечивают степень очистки до 95-98%.

Сущность метода механической флотации состоит из образования пузырьков за счет механического дробления воздуха, что осуществляется механическими турбинками-импеллерами, форсунками, с помощью пористых пластин и каскадными методами.

При механической флотации пузырьки воздуха образуются за счет механического взаимодействия струй воздуха и потоков воды в импеллерных флотационных машинах.

В последнее время для очистки сточных вод стали также применять электрохимическую (электрофлотация) и химическую флотацию, в которых пузырьки газа образуются в результате электролиза воды или химических реакций.

При этом необходимо учитывать, что в процессе электролитического разложения воды образуется гремучий газ (смесь 2/3 водорода и 2/3 кислорода), который взрывоопасен в широком интервале концентраций водорода. По этой причине в промышленности применяют электролизеры с разделением газов.

Флотация за счет пересыщения растворов воздухом в зависимости от создания пересыщенного раствора подразделяется на вакуумную и напорную установки, установки с механическим диспергированием воздуха.

Вакуумная флотация осуществляется пузырьками, полученными путем создания вакуума над сточной водой, предварительно насыщенной воздухом при атмосферном давлении. Этот метод используется редко из-за малой степени насыщения воды воздухом и, следовательно, небольшого количества образующихся пузырьков, а также необходимости создания вакуума в аппаратах, имеющих большой объем.

Практика показывает, что одним из эффективных методов очистки сточных вод от нефтепродуктов, органических и других загрязнений является метод напорной флотации.

Этот метод относится к физико-химическим методам очистки и заключается в насыщении сточных вод воздухом под избыточным давлением и дальнейшем «вскипании» жидкости вследствие резкого выделения воздуха при атмосферном давлении. При этом загрязняющие частицы, «прикрепляясь» к пузырькам воздуха, сепарируются и извлекаются из воды переводом в пенный слой, который затем удаляется.

Метод напорной флотации применяют для очистки сточных вод от нефти и нефтепродуктов, отделения активного ила от биологически очищенных сточных вод и т.д. Для повышения эффекта флотационной очистки предусматривают предварительную коагуляцию сточной воды.

При очистке сточных вод с применением коагуляции время пребывания очищаемой воды во флотационной камере не должно быть менее 0,5-0,7 мин. продолжительности коагуляции, зависящей главным образом от температуры сточных вод.

Для флотационной обработки сточных вод используют вакуумные и напорные установки (последние имеют производительность до 1000 - 2000 м<sup>3</sup>·ч<sup>-1</sup>), установки с механическим диспергированием воздуха и некоторые другие.

При использовании установок напорной флотации можно очищать сточные воды, содержащие до 5700 мг/л нефти. При этом при добавлении 100-150 мг/л коагулянта содержание нефти в воде уменьшается до 20-40 мг/л.

В крупных автопарках образуется значительное количество сточных вод, содержащих эмульсии дизельного топлива и других нефтепродуктов. Размер частиц в эмульсиях составляет от 50 до 200 мкм, концентрация масел в сточных водах до 200 мг/л. Для очистки таких сточных вод D. Feng и C. Aldrich рекомендуют использовать метод флотации.

Особенностью метода является то, что в реактор подается песок, на поверхности которого концентрируются нефтепродукты. При различных расходах сточных вод и воздуха эффективность удаления масел изменяется от 78 до 99,5%. Установлено также, что при pH менее 8,9 эффективность процесса резко уменьшается.

Поэтому одна из острейших проблем при использовании нефти и нефтепродуктов это очистка сточных вод с территорий автозаправочных станций и других площадок, имеющих аналогичные загрязнения.

В Курском институте экологической безопасности сконструирован и серийно выпускается унифицированный ряд высокоэффективных малогабаритных модульных установок напорной флотации с двух- и трехступенчатой очисткой производительностью до 20 м<sup>3</sup>/ч в сочетании с самотечными и напорными фильтрами и адсорберами для извлечения из сточных вод нефтепродуктов, масел, жиров, взвешенных и органических веществ, пуха, пера, ПАВ и др. Эти установки применяются на предприятиях агропромышленного комплекса (мясокомбинаты, мини-заводы, маслосырозаводы, птицефабрики), нефтебазах, ремонтных предприятиях, автохозяйствах и др. При исходном загрязнении воды нефтепродуктами до 1000 мг/л модули позволяют достичь содержания нефтепродуктов в очищенной воде 1 мг/л и менее. Проведенными исследованиями по очистке сточных вод,

загрязненных нефтепродуктами, на модулях напорной флотации установлены результаты, представленные в таблице 1.

Таблица 1 – Результаты анализов очистки сточных вод на модулях напорной флотации, выпускаемых «Институтом экологической безопасности»

Предприятие	Нефтепродукты, мг/л	
	вход	выход
АО «Орелнефтепродукт», нефтебаза ливневые стоки	2,586	0,89
Нефтебаза, очистка подземных вод	7,1	0,863
АО «Курскнефтепродукт», промстоки	221	0,32
Пос. Дурнево г. Курск, замазученные стоки с котельной	200	0,65
ЛПДС»8н» Брянская обл., промстоки. Модуль УФ-2,5/120, БФДВ	1200	0,04
АО «Брянскнефтепродукт», ливневые и промстоки, модуль: после УФ-3,5/120, после ФВ-20	89,6	0,9 0,46
АО «Гортеплосеть», г. Курск, автомойка МНФ-А, обратное водоснабжение	173 34500	2,4 3,8

Технологические схемы очистки сточных вод различных предприятий приведены на рисунке 1.

Применение оборудования, разработанного и выпускаемого Курским институтом экологической безопасности, позволяет предприятиям без значительных капитальных затрат решить вопрос очистки сточных вод и сократить штрафные санкции за загрязнение окружающей среды.

Особенности конструкции модулей — обеспечение всех функций установки от одного насоса и возможность дополнительного 12-кратного рецикла воды в установках за счет системы эжекторов, чем и достигается высокая степень очистки. Эффективность очистки по взвешенным веществам 90-95%, жирам 80-95%, нефтепродуктам до 98-99% (таблица 2).

Очистные сооружения промышленных производств малой мощности модель «Каскад» представляют собой компактные транспортируемые модули напорной флотации,

которые могут быть использованы как локально, так и в составе существующих систем очистных сооружений для повышения их эффективности.

Таблица 2 – Эффективность очистки напорной флотации

Показатель	Тип модуля «Инстэб» (Установки напорной флотации УФ)			«Каскад-6» (МНФ-А)	Модульные комплексы (станция) «Каскад-5»	Напорный двухступенчатый блок фильтров «Инстэб-2.1.» (Адсорбер БФДВ)
	1/2,5	1/3,5	1/2,20			
Назначение	Напорная флотация жиров, масел, нефтепродуктов взвесей, ПАВ, СПАВ, пуха, пера, органических веществ и др.			Очистка воды после мойки автомобилей	Глубокая очистка нефтемаслосодержащих стоков	Глубокая сорбционная доочистка сточных вод от органических и неорганических загрязнений
Производительность, м <sup>3</sup> /ч, м <sup>3</sup> /сут	1-5 (20-120)	1-5 (20-120)	10-20 (240-480)	2 (48)	5 (120)	2
Число ступеней очистки	2	3	2	2	4-5	2
Эффективность очистки	До 99%			По взвешенным веществам не более 40 мг/л, по нефтепродуктам не более 15 мг/л	По нефтепродуктам до 0,05 мг/л, по БПКп 80%, по железу 90%, тяжелым металлам 90%	По нефтепродуктам до 0,05 мг/л, по железу до 50-90%, по тяжелым металлам до 50-90%, по БПКп до 80%

Установки модель «Каскад» предназначены для очистки производственных, оборотных и ливневых вод от жиров, нефтепродуктов, взвесей и других загрязнителей, находящихся в стоках.

Очистка осуществляется методом напорной флотации. После очистки на первой ступени вода при необходимости может быть дополнительно очищена на адсорбционном фильтре, входящем в комплект установки до содержания нефтепродуктов не выше 0,05 мг/л.

Использование циркуляционной емкости позволяет организовать оборотный цикл использования воды и свести до минимума сброс воды в канализацию. При организации оборотного цикла достаточно очистки методом флотации, что позволяет снизить использование расходуемых материалов (фильтр-сорбентов) и резко сокращает количество отходов.

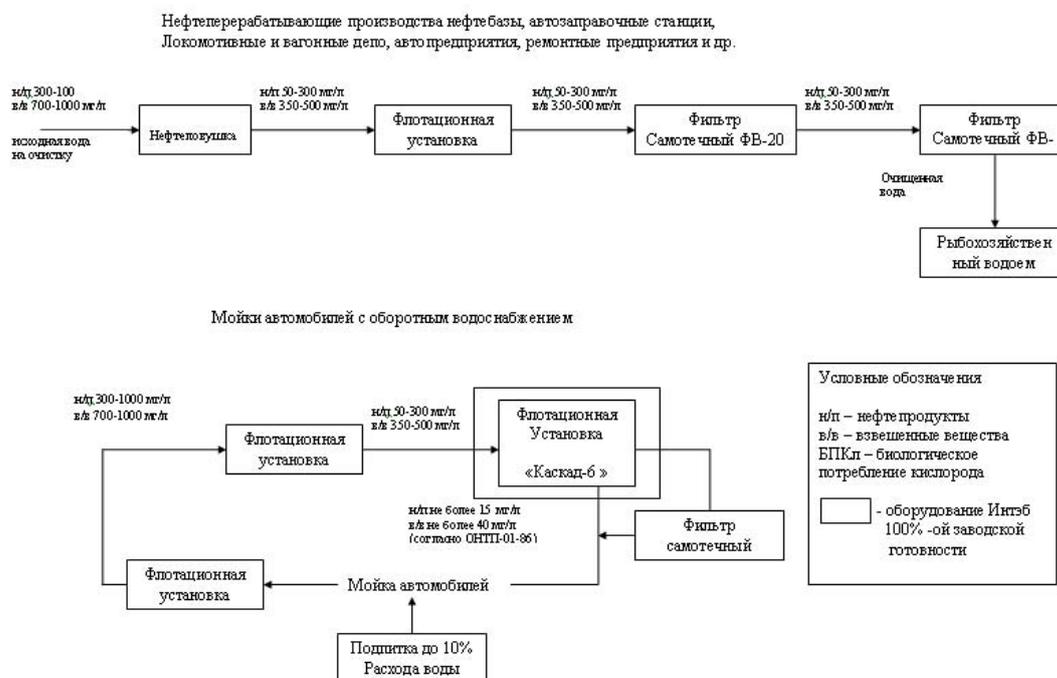


Рисунок 1 – Схемы очистки сточных вод с применением оборудования «Инстэб»

Установки работают при температуре окружающего воздуха не ниже  $+5^{\circ}\text{C}$ , поэтому для круглосуточной эксплуатации могут использоваться только в отапливаемых помещениях, обеспечивающих указанный выше температурный режим или в контейнерном исполнении. Установки оснащены накопителем нефтешлама объемом 400 литров.

Эти установки просты в обслуживании, малоэнергоёмки, обеспечивают оборотное водоснабжение, не требуют много места и больших капитальных вложений, эффективно работают как локальные установки, так и в составе очистных сооружений. Могут работать с добавлением коагулянтов и флокулянтов без установки дополнительных дозаторов.

В «Брянскнефтепродукт» недавно введен модуль напорной флотации УФ-3,5/120, что позволило внедрить систему оборотного водоснабжения. Были построены сооружения по очистке сточных вод, на Брянской нефтебазе, что позволило снизить нефтепродукты в сточных водах до ПДК для рыбохозяйственных водоемов - 0,05 мг/л. Произведена реконструкция старых очистных сооружений на автозаправочных станциях.

При необходимости очистки сточных вод с конечной концентрацией загрязняющих веществ, соответствующей нормам ПДС, например, нефтепродуктов в пределах 0,3 мг/л и ниже, установки напорной флотации блокируются с самотечными фильтрами типа ФВ-20 или ФВ-20АД, а для доочистки до содержания нефтепродуктов 0,05 мг/л - адсорберами БФДВ.

## ЛИТЕРАТУРА

Лапин Алексей Павлович

Орловский государственный технический университет, г. Орел

Заслуженный деятель науки РФ, доктор технических наук, профессор кафедры «Сервис и ремонт машин»

Тел. +7(4862) 73-43-50

**Недолужко Владимир Валентинович**

Орловский государственный технический университет, г. Орел  
аспирант кафедры «Сервис и ремонт машин»

Тел. +7(4862) 73-43-50

УДК 502.1756681.518.3:534.836.2

В.В. ВАСИЛЬЕВА

## **ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ВНЕДРЕНИЮ МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ В МОНИТОРИНГОВЫЙ АНАЛИЗ СОСТОЯНИЯ АКУСТИЧЕСКОЙ СРЕДЫ ГОРОДА**

*В статье рассматриваются рекомендации по снижению шума от автотранспортных потоков на основе результатов мониторинга и использования компьютерного моделирования*

**Ключевые слова:** математическое моделирование, экологический мониторинг, акустическая среда, автотранспортные потоки

*In the paper the recommendations for motor transport noise decrease on the basis of monitoring results and computer simulation use are considered.*

**Key words:** mathematical modeling, ecological monitoring, acoustic medium, motor transport flows

Экологический мониторинг является неотъемлемой частью Федерального Закона «Об охране окружающей природной среды». Он необходим для оценки и контроля состояния природных сред, в том числе и акустической.

Вопросы оценки и прогноза воздействия автотранспортных потоков на акустическую среду, разработки на их основе рациональных мероприятий по снижению этого воздействия являются крайне актуальными.

С середины XX в. в самых различных областях человеческой деятельности стали широко применять математические методы и ЭВМ. Возникли новые дисциплины, изучающие математические модели соответствующих объектов и явлений, а также методы исследования этих моделей.

Математическая модель - это приближенное описание какого-либо класса явлений или объектов реального мира на языке математики. Основная цель моделирования - исследовать эти объекты и предсказать результаты будущих наблюдений. Однако моделирование - это еще и метод познания окружающего мира, дающий возможность управлять им. Натурные измерения и оценка влияния автотранспорта на акустическую среду с привлечением реального оборудования зачастую требует значительных расходов временных, энергетических и материальных ресурсов. Кроме того, для исследования может представлять интерес задача, трудновыполнимая в условиях реального эксперимента (например, не только в силу большой продолжительности эксперимента во времени, но и риска провести необъективную оценку).

Возможность проводить контролируемые эксперименты в ситуациях, где экспериментирование на реальных объектах было бы практически невозможным или экономически нецелесообразным, дает применение моделей.

Хорошо построенная модель, как правило, доступнее для исследователя, нежели реальный эксперимент. С ее помощью выявляются наиболее существенные факторы, формирующие те или иные свойства процесса. Модель позволяет также научиться правильно управлять процессом, апробируя различные варианты. Одним из наиболее важных применением моделей является прогнозирование поведения моделируемых систем.

Оценка воздействия автотранспортных потоков на акустическую среду – это сложный, нелинейный или динамический процесс, для которого трудно построить физическую модель. Наиболее приемлемым способом решения данной проблемы является применение имитационного моделирования.

При этом наиболее высокую точность будут показывать частные модели, разработанные для конкретных участков автодорог с фиксированными факторами внешнего воздействия, характеризующими распространение и рассеяние звуковых волн.

Разработанные математические модели для определения шума и параметров транспортного потока рекомендуется для использования в автоматических системах экологического мониторинга, функционирующих в зоне влияния автодорог. Одной из важнейших составляющих таких систем является стационарные акустические посты (САП), которые должны располагаться на выявленных опасных участках. САП в автоматическом режиме регистрируют параметры транспортного потока и показатели состояния акустической среды. Оператором САП могут эффективно использоваться математические модели для определения качества акустической среды в зоне влияния опасного участка.

Разработанные модели и электронная шумовая карта могут стать основой для регулирования шумового воздействия от автотранспортных потоков.

На рисунке 1 приведена схема функционирования стационарного акустического поста (САП), на котором применяются математические модели. САП является структурным подразделением Центра определения качества акустической среды.

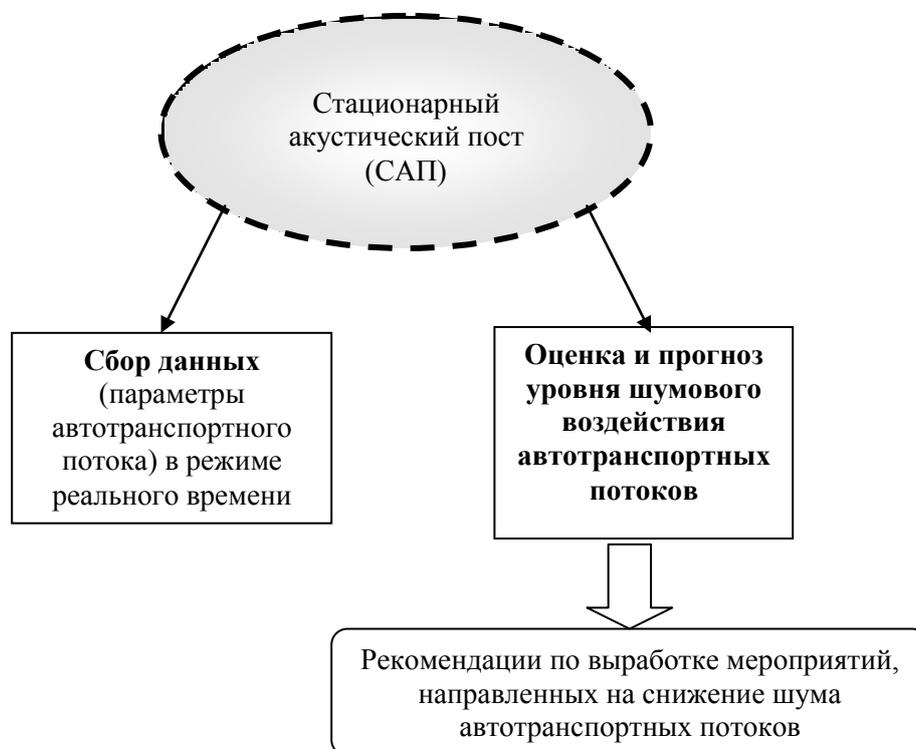


Рисунок 1 – Схема функционирования САП, использующего математические модели

Такой подход в организации работы САП (основанный на эффективном использовании математических моделей) позволит значительно снизить число натурных

замеров. Для этого данные с САП (а так же данные передвижной акустической лаборатории, если она используется в системе мониторинга) будут передаваться в региональный Центр определения качества акустической среды (ЦОКАС), в котором анализируется общая ситуация по городу.

Специалисты ЦОКАС используют эти данные для составления электронных карт состояния акустической среды, разрабатывают рекомендации по улучшению качества акустической среды города, информируют население и всех заинтересованных лиц. Схема взаимодействия САП и ЦОКАС показана на рисунке 2.

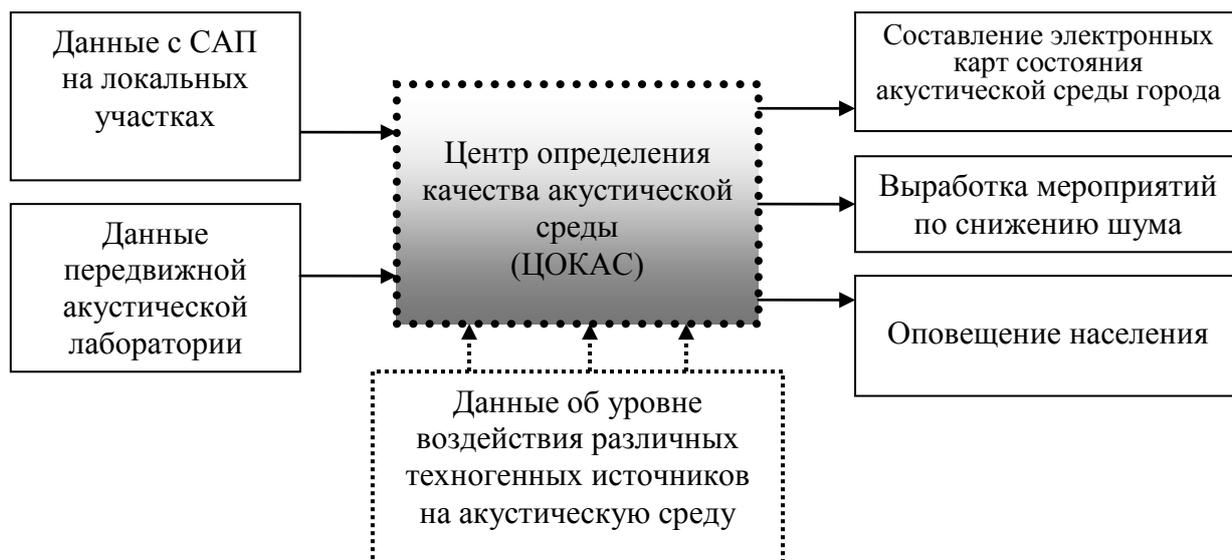


Рисунок 2 - Структурная схема взаимодействия САП и ЦОКАС

Эффективность использования математических моделей заключается в относительной простоте использования моделирующих программ, возможности оценить и спрогнозировать состояние акустической среды в зоне влияния автодорог в любой период времени года, суток и т.д., в том числе при отсутствии дорогостоящего оборудования.

Предлагаемые математические модели являются научной основой и одним из способов разработки мероприятий по снижению шума автотранспортных потоков и рекомендуются к использованию при разработке городских и региональных комплексных программ, направленных на повышение эффективности и экологической безопасности эксплуатации автомобилей.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Ивашук, О.А. Повышение экологической безопасности автотранспорта региона на основе систем мониторинга с использованием интеллектуальных технологий: монография [Текст] / О.А.Ивашук; научн. ред. А.Н.Новиков. – Орел: изд-во ОрелГАУ, 2008. – 244 с.:табл.11, рис.69, библиогр.137 назв. – ISBN 978-5-93382-100-7.
2. Новиков, А.Н. управление качеством акустической среды в зоне влияния автомобильных дорог на основе автоматизированной системы экологического мониторинга [Текст] / А.Н.Новиков, О.А.Ивашук, В.В.Васильева // Вестник МАДИ(ГТУ).- №4(1) 2007. – С.90-97. ISBN 5-7962-0061-5.
3. Васильева, В.В. Оценка воздействия автотранспортных потоков на акустическую среду городской территории : дис. ... канд. техн. наук : 05.22.10 / Васильева, Виктория Владимировна. - Орел, 2008. - 126 с. / утверждена 10.04.2009

**Васильева Виктория Владимировна**

Орловский государственный аграрный университет, Россия, г. Орел

Кандидат технических наук, старший преподаватель кафедры «Физика»

Тел.(4862) 70-18-87

e-mail: vivaorel@rambler.ru

УДК 629.113.004, 681.511

В.Г. МАВРИН, И.В. МАКАРОВА, Р.Г. ХАБИБУЛИН

## СНИЖЕНИЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ АВТОТРАНСПОРТА НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ ПУТЕМ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ СИСТЕМЫ АВТОСЕРВИСА

*В статье для снижения антропогенного воздействия автотранспорта предлагается совершенствовать систему автосервиса в двух направлениях: оптимизировать территориальное размещение автосервисных предприятий и повысить внутреннюю эффективность организации и функционирования предприятий. Первый путь предполагает рациональное территориальное размещение предприятий автосервиса с учетом экологических факторов с целью равномерного распределения нагрузки предприятий на окружающую среду. Вторым путем требует создания и внедрения на предприятиях автосервиса системы экологического менеджмента с целью снижения предприятиями объемов эмиссий в окружающую среду выбросов, сбросов и отходов.*

**Ключевые слова:** автосервис, окружающая среда

*In the article for motor transport influence decrease on environment it is offered to perfect a autoservice system in two directions: to optimize autoservice enterprises territorial accommodation and to increase an internal efficiency of organization and operation of enterprises. The first way means rational territorial accommodation of autoservice center with taking into account of ecological factors for an even distribution of autoservice centers load on environment. The second way demands creation and intrusion on autoservice centers of an ecological management system with for a decrease by centers of pollutants emissions volumes in environment.*

**Keywords:** autoservice, environment

Одной из самых острых проблем Российской Федерации на сегодняшний момент является ухудшающаяся экологическая обстановка. Так, находясь на одиннадцатом месте в мире по объему ВВП, Россия является одним из крупнейших эмитентов загрязняющих веществ (ЗВ), уступая по этому показателю только США и Китаю. При этом вклад автомобильного комплекса, включая добычу и переработку сырья для производства АТС, их сборку, эксплуатацию, обслуживание и утилизацию, составляет по разным оценкам специалистов до 70% выбросов загрязняющих веществ страны.

На всех стадиях жизненного цикла автомобиля происходит эмиссия загрязняющих веществ в окружающую среду (ОС) (рис. 1). В условиях ужесточения экологического законодательства, увеличения активности экологических служб, под давлением общественного мнения и исходя из экономических соображений, мировые производители автомобилей уделяют серьезное внимание снижению эмиссии ЗВ на всех стадиях жизненного цикла автомобиля. Большинство крупных компаний имеют эффективную систему экологического менеджмента (СЭМ), серьезно относятся к подбору поставщиков, требуя от них также функционирующей СЭМ, улучшают топливно-экологические и экономические характеристики своих автомобилей. При этом в меньшей степени учитывается вклад процесса поддержания автотранспортных средств в технически исправном состоянии

как части жизненного цикла автомобиля в загрязнение окружающей среды. Поэтому в этой части существуют большие резервы для снижения негативного воздействия автомобиля на окружающую среду.

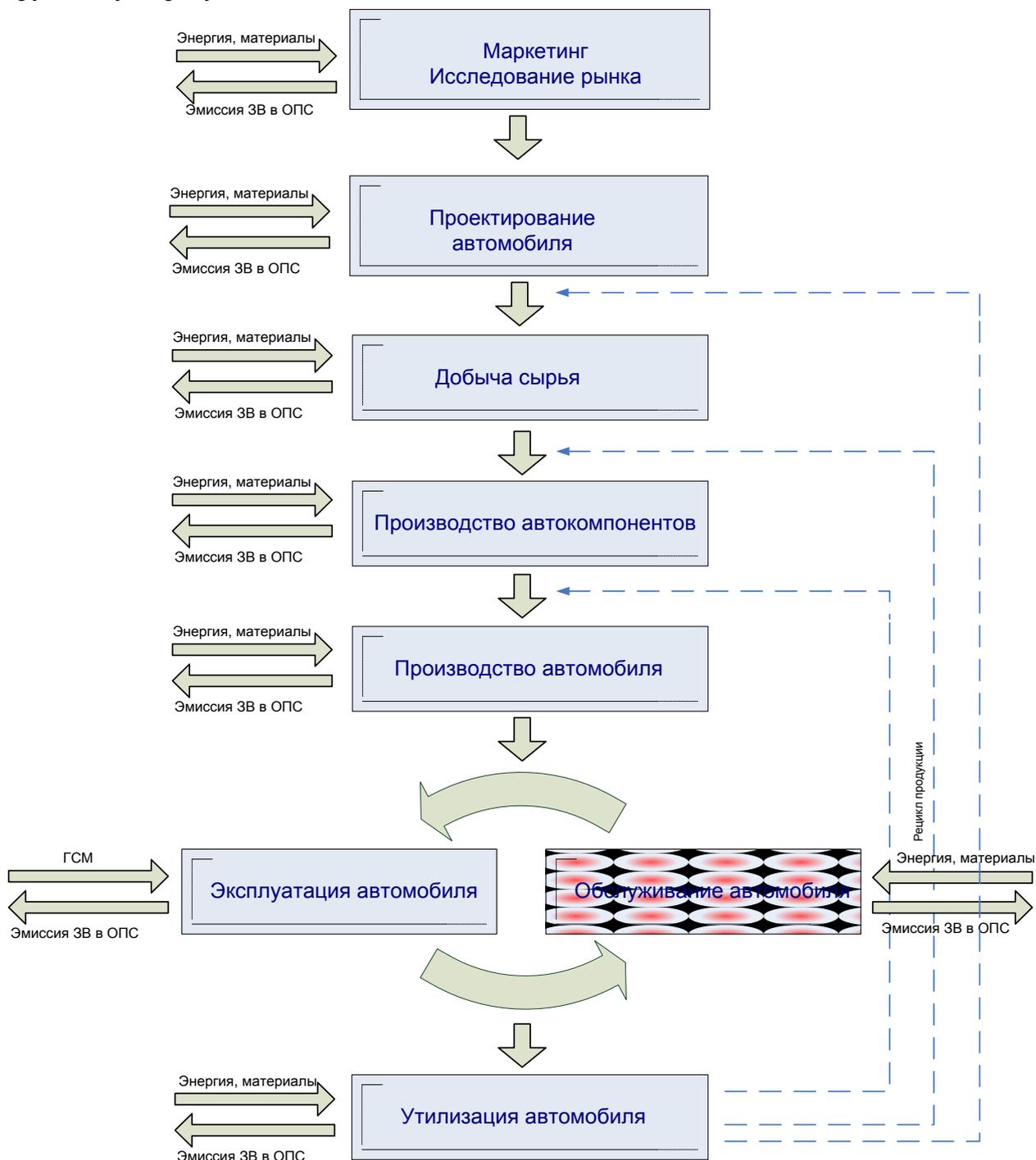


Рисунок 1 - Блок-схема жизненного цикла автомобиля

Между тем, производственно-техническая база предприятий автосервиса, предназначенная для хранения автомобилей, проведения работ по их техническому обслуживанию и ремонту (ТО и Р), является одной из тех структур автотранспортного комплекса в целом, которые представляют наибольшие угрозы в части экологической

безопасности. Вклад стационарных источников, которые находятся на балансе предприятий автосервиса, составляет 6-18% общих выбросов ЗВ в атмосферу крупных городов [1].

Снижение негативного воздействия автосервисных предприятий (АСП) на окружающую среду возможно при создании на предприятиях реально функционирующей системы экологического менеджмента, отвечающей стандарту ISO 14001. Процесс создания СЭМ и сертификации по стандарту ISO 14001 является дорогостоящим и длительным. Однако в интересах автопроизводителей оказать помощь своим дилерам в процессе создания СЭМ. Они могут выступить инициаторами, инвесторами и консультантами при сертификации предприятий. В этом случае производители смогут заявить, что их продукция является действительно экологически безопасной на всех стадиях жизненного цикла.

Другой способ решения проблемы – использование научно-обоснованных методов и моделей при проектировании дилерско-сервисной сети в целях равномерного распределения воздействия АСП на ОС путем оптимизации территориального размещения предприятий автосервиса с учетом экологических факторов.

Дилерско-сервисная сеть представляет собой сложную организационно-техническую систему, при проектировании которой к наилучшему результату приводит использование методов имитационного моделирования, поскольку в этом случае входные потоки не ограничиваются требованиями стационарности, однородности, отсутствием последствия и т.п., что позволяет в процессе моделирования получить результат, подтвержденный практическим опытом [2].

В качестве объекта моделирования выступает территория (например, город), где можно выделить места концентрации автомобилей и места дислокации предприятий автосервиса. Процесс моделирования предлагается начать с задания исходных параметров (определения мест концентрации автомобильного парка, прогнозирования спроса, определения допустимых мест дислокации предприятий), а также первоначального состояния сети АСП.

Подавляющее количество автотранспортных средств в крупных городах хранится на открытых охраняемых стоянках, в гаражных кооперативах и придомовых территориях (дворах). Поэтому при разработке модели под местом дислокации автомобилей и, соответственно, местом возникновения спроса (автомобилей, нуждающихся в ТО и Р) будем считать стоянки, гаражи и группы домов. Количество автомобилей, хранящихся на стоянках и в гаражах можно определить эмпирическим путем, оставшаяся часть парка рассчитывается исходя из вместимости придомовых территорий.

При определении допустимых мест дислокации предприятий автосервиса необходимо учитывать законодательные запреты на размещение АСП в определенных местах и экологический запрет на размещение АСП в тех зонах, где концентрация загрязняющих веществ превышает предельно-допустимые нормы, так как дополнительные источники загрязнения в этих зонах будут крайне негативно сказываться на состоянии ОС. В этой связи, размеры (количество постов) автосервисных предприятий должны быть минимальными, чтобы наименьшим образом воздействовать на ОС, и располагаться они должны как можно

ближе к источникам возникновения спроса (жилым домам, стоянкам и гаражам) для минимизации воздействия на ОС и затрат клиентов при доставке АТС, но при этом их расположение не должно противоречить действующему законодательству и нормативным документам. Кроме того, размеры АСП должны быть достаточными, чтобы минимизировать затраты владельцев АТС на ожидание в очереди.

Полагаем, что в первом плане одно единственное АСП, расположенное в зоне наименьшей концентрации загрязняющих веществ, обслуживает весь парк АТС. Для определения оптимального числа постов предприятия реализуется оптимизационный эксперимент. Далее выполняется имитационная модель функционирования автосервисной сети, и рассчитываются показатели её эффективности. Во второй и последующие планы добавляются по одному АСП также в зоны наименьшей концентрации ЗВ с учетом допустимых мест дислокации. Оптимизационный эксперимент реализуется для каждого плана размещения АСП. При этом полагается, что качество и спектр услуг и ценовая политика АСП не отличаются, а клиенты предпочитают обслуживать автомобили в ближайших АСП. Показатели эффективности модели (затраты владельцев АТС на доставку автомобилей и ожидание в очереди, число удовлетворенных заявок, время простоя постов) рассчитываются для каждой итерации. По результатам анализа показателей выбирается наилучший вариант (номер плана и номер итерации). Блок-схема алгоритма функционирования модели выбора мест размещения АСП при проектировании сети представлена на рисунке 2.

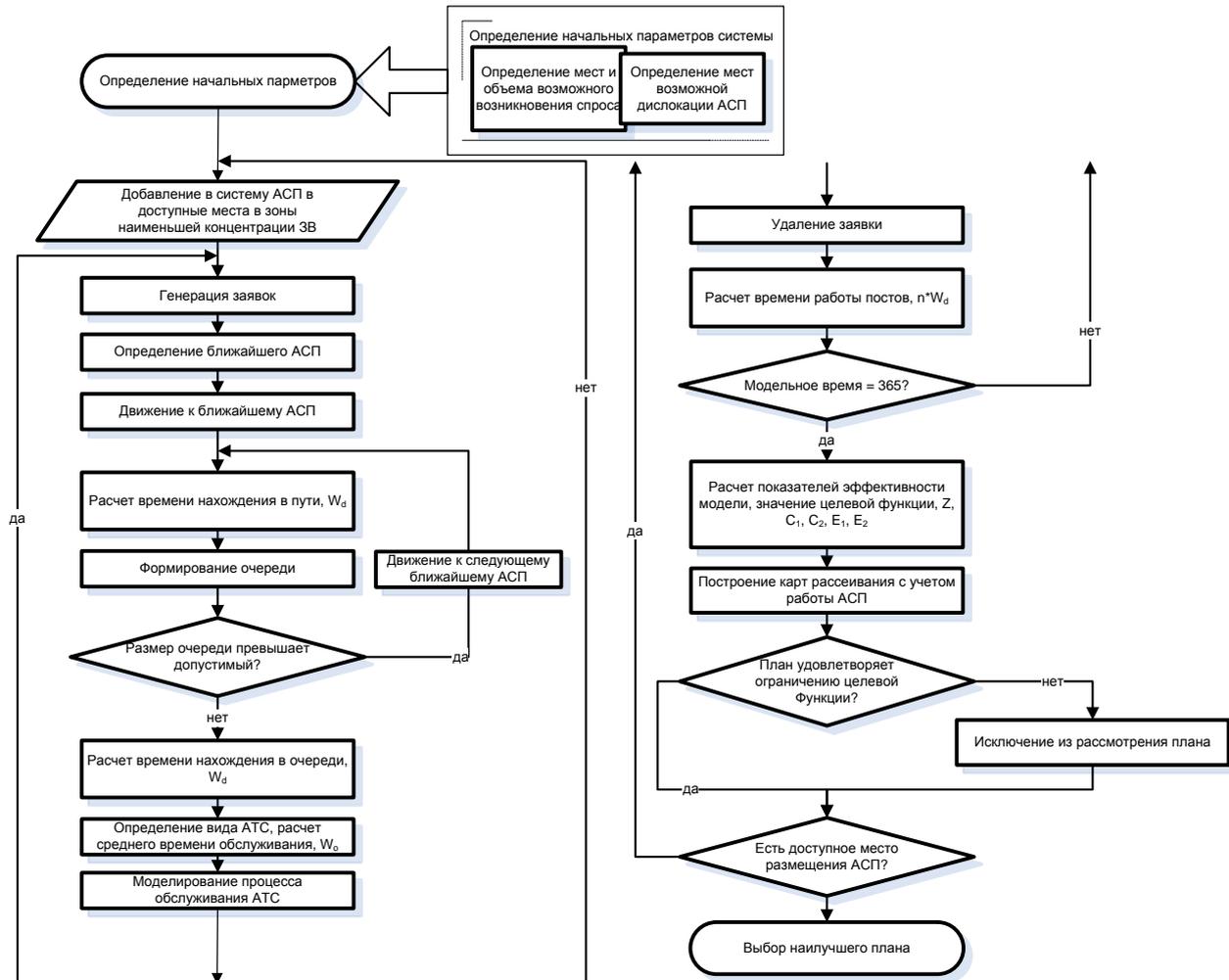


Рисунок 2 - Алгоритм модели размещения предприятий автосервиса

Математическую формулировку имитационной модели можно представить следующим образом:

$$\begin{cases} Z = Z_1 + Z_2 \rightarrow \min \\ \psi_k < \bar{\psi}_0 \in \mathbb{R}^k \end{cases} \quad (1)$$

где  $Z_1 \in \{W_p, W_d, W_w\} \rightarrow C_1 + C_2$  – затраты системы автосервиса, руб.;

$Z_2 \in \{W_d, n\} \rightarrow E_1 + E_2$  – величина ущерба, нанесенного окружающей среде, руб.,

где  $C_1$  – затраты предприятий, связанные с простоем рабочих постов,

$$C_1 = S_1 \cdot W_p,$$

$S_1$  – затраты предприятий, связанные с простоем одного поста в день, руб./день,

$W_p$  – суммарное время простоя постов предприятий автосервиса, дней;

$C_2$  – затраты владельцев автомобилей, связанные с доставкой АТС на АСП и ожиданием в очереди,

$$C_2 = S_2 \cdot (W_d + W_w),$$

где  $S_2$  – средняя заработная плата, руб./день,

$W_d$  и  $W_w$  – суммарное время доставки всех АТС на АСП и суммарное время ожидания обслуживания всех обращений соответственно, дней;

$E_1$  – величина экологического ущерба от деятельности автосервисных предприятий, руб.,

$$E_1 = \Pi_{натм} \cdot n,$$

где  $\Pi_{натм}$  – величина экологического ущерба на один автомобиле-заезд, руб.,

$n$  – число автомобиле-заездов;

$E_2$  – величина экологического ущерба, связанная с доставкой автомобилей на АСП, руб.,

$$E_2 = W_d \cdot \vartheta \cdot \Pi_m,$$

где  $\vartheta$  – средняя скорость движения автомобилей рассматриваемой системы, км/ч,

$\Pi_m$  – величина экологического ущерба от движения автомобиля на 1 км;

$\psi_k < \bar{\psi}_\theta \left( \epsilon_1^k \right)$  – ограничение, накладываемое на территориальное размещение предприятий автосервиса (концентрация ЗВ должна быть меньше предельно допустимой).

Экологический ущерб от деятельности АСП выражен в затратах на ликвидацию последствий загрязнения окружающей среды, рассчитывается:

$$\Pi_{натм} = n \cdot \sum_i C_{натм}^i \cdot M_i \cdot K_{затм} \cdot K_{ин}, \text{ руб.}, \quad (2)$$

где  $C_{натм}^i$  – норматив платы за выброс 1 тонны  $i$ -го загрязняющего вещества, установлен Постановлением Правительства РФ от 12 июня 2003 г. N 344;

$M_i$  – фактическая масса выброса  $i$ -го загрязняющего вещества (т) одного автомобиле-заезда, определяется исходя из структуры автопарка рассматриваемого региона, нормативов ТО и Р автомобилей, структуры выбросов ЗВ при проведении операций по ТО и Р;

$K_{затм}$  – коэффициент, учитывающий экологический фактор состояния атмосферного воздуха в рассматриваемом регионе;

$K_{ин}$  – коэффициент индексации платы за негативное воздействие на окружающую среду, устанавливается ежегодно законом о бюджете Российской Федерации.

В результате реализации модели можно найти баланс между показателями эффективности системы автосервиса (затратами предприятий автосервиса, связанных с простым постов), удовлетворенности клиентов АСП (затратами владельцев на доставку АТС для ТО и Р, временем ожидания в очереди) и воздействия на окружающую среду (объемом экологического ущерба).

## ЛИТЕРАТУРА

1. Сарбаев, В.И. Экологические требования к предприятиям автомобильного транспорта и автосервиса: Учебное пособие [Текст] / В.И. Сарбаев.– М.: Изд-во МГИУ, 2005. - 59 с.

2. Кобелев, Н.Б. Основы имитационного моделирования сложных экономических систем: Учеб пособие [Текст] / Н.Б.Кобелев. — М.: Дело, 2003. - 336 с.

**Макарова Ирина Викторовна**

ГОУ ВПО «Камская государственная инженерно-экономическая академия», г.Набережные Челны  
Доктор технических наук, доцент, профессор кафедры «Сервис транспортных систем»  
тел. (8552) 58-90-42  
e-mail: [kamivm@mail.ru](mailto:kamivm@mail.ru)

**Хабибуллин Рифат Габдулхакович**

ГОУ ВПО «Камская государственная инженерно-экономическая академия», г.Набережные Челны  
Кандидат технических наук, доцент, декан Автомеханического факультета  
тел. (8552) 58-91-50  
E-mail: [hrg\\_kampi@mail.ru](mailto:hrg_kampi@mail.ru)

**Маврин Вадим Геннадьевич**

ГОУ ВПО «Камская государственная инженерно-экономическая академия», г.Набережные Челны  
Ассистент кафедры «Сервис транспортных систем»  
тел. 8-927-671-90-26  
e-mail: [vadim\\_mmite@rambler.ru](mailto:vadim_mmite@rambler.ru)

УДК 258

Т.В. САМОЙЛОВА, А.Л. СЕВОСТЬЯНОВ

## **БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СИСТЕМА В ТЕХНОЛОГИИ ОБУЧЕНИЯ ГРАФИЧЕСКИМ ДИСЦИПЛИНАМ**

### **ТЕХНИЧЕСКОГО ВУЗА**

*Для обеспечения конкурентного преимущества выпускников, решения задач, повышения качества подготовки будущих специалистов необходимы: совершенствование учебного процесса, выработка новых подходов к обучению и контролю его качества в соответствии с требованиями, предъявляемыми к общепрофессиональной подготовке студентов.*

**Ключевые слова:** Балльно-рейтинговая технология, графические дисциплины, знания, умения, навыки

*To secure the competitive advantage of graduating students, problem solutions, quality increase in future specialists training the perfection of a training process, elaboration of new approaches to teaching and its quality control in accordance with the demands made to the general professional training of students.*

**Key words:** mark-rating technology, graphic subjects, abilities and skills

Повышение качества инженерной подготовки студентов технических вузов становится одной из главных задач системы высшего профессионального образования. Современная модернизация системы высшего профессионального образования требует корректировки традиционных подходов к преподаванию общетехнических дисциплин, в частности начертательной геометрии и инженерной графики. Хорошая подготовка по общепрофессиональным дисциплинам и развитые навыки самообразования студентов облегчают привыкание начинающего специалиста к конкретным требованиям, обусловленным его профессиональными обязанностями, определяемыми его личностными характеристиками и приобретенными знаниями. Несмотря на довольно широкий спектр работ, посвященных разработке и использованию различных технологий обучения начертательной и инженерной графике, многие вопросы их совершенствования в условиях модернизации образования остаются нерешенными и требуют дополнительного исследования. Комплексное сочетание научно-методического обеспечения дисциплины в целях модернизации профессионального образования, предусматривает возможность решения актуальных задач совершенствования инженерного образования студентов.

Зачастую в современном высшем образовании классический подход к преподаванию, представленный по схеме: лекция с изложением ряда вопросов по теме предмета –

практическое занятие (семинар) с докладами студентов о пройденном на лекции материале – экзамен (зачет), уже не эффективен. Это связано с тем, что

- а) большинство студентов не обладают необходимой мотивацией к обучению,
- б) студенты не способны проводить анализ действий, событий, поставленных перед ними задач;
- в) новейшие информационные технологии снизили коммуникативную способность человека, сузив его общение до рамок sms-сообщений, форумов или чатов, где не требуется строгого соблюдения языковых и литературных правил, что в дальнейшем не дает возможность студенту в ходе учебного процесса лаконично излагать свои мысли и доводы по сути рассматриваемого вопроса.

Причины можно искать и дальше, но факт остается: мотивация и способность среднестатистического студента к обучению упали.

Попыткой исправить сложившуюся ситуацию может стать применение преподавателем инновационных подходов к учебному процессу, которые способствуют развитию не только предметной и профессиональной, но и коммуникативной и информационной компетенций студента.

Применение нестандартных подходов к обучению требует разработки иных форм оценивания результатов учебной деятельности студента. Одной из таких форм, направленных на оценивание не только аудиторной, но и самостоятельной работы обучающихся, является балльно-рейтинговая система.

Применение балльно-рейтинговой системы оценки знаний студентов в системе организации обучения и контроля знаний по графическим дисциплинам в вузе несомненно оказывает положительное влияние на повышении качества образования. Ее использование способствует повышению объективности оценки уровня усвоения студентами учебного материала. Современная наукоемкая балльно-рейтинговая технология обучения графическим дисциплинам как последовательно-целостная система приобретения, усвоения и контроля знаний, умений и навыков, основанная на творческом подходе к образовательному процессу способствует качественной ориентации студентов на будущую профессиональную деятельность. Разработка балльно-рейтинговой обучающей технологии для графических дисциплин на занятиях по начертательной геометрии и инженерной графике в группах студентов высшего профессионального образования очной формы обучения представляется следующим образом: при рейтинговой системе оценки знаний студентов учебная дисциплина делится на модули, соответствующие разделам и темам рабочей программы.

Главной целью балльно-рейтинговой системы является повышение мотивации студентов к качественному освоению основной образовательной программы, стимулирование студентов к регулярной самостоятельной работе.

Задачи балльно-рейтинговой системы:

- повысить уровень организации образовательного процесса в университете;
- получить четкую и дифференцированную оценку знаний, умений и навыков студентов;
- обеспечить объективность и прозрачность знаний, умений и навыков студентов;
- информировать деканат о качестве текущей учебной работы студента;
- повысить конкурентность, состязательность студентов в процессе обучения;
- обеспечить взаимозачет оценок при реализации внутренней и международной мобильности студентов.

Итоговая семестровая оценка знаний студентов определяется по 100-балльной шкале. При этом оценкой до 40 баллов характеризуются результаты семестровых контрольных мероприятий, оценкой до 60 баллов – результаты экзамена (зачета), из которых выполнение экзаменационной (зачетной) работы оценивается до 50 баллов, а ответы на вопросы – до 10 баллов. Оценке «отлично» от 85 до 100 баллов. Оценке «хорошо» соответствует результат от 65 до 84 баллов. Оценке «удовлетворительно» результат от 40 до 64 баллов. Обязательным

условием для получения на экзамене (зачете) положительной оценки является получение на экзамене (зачете) не менее 30 баллов (из 60).

Начисление баллов производится по графику проведения контрольных мероприятий составленному в соответствии с рабочей программой. При оценке графических работ учитывается качество их выполнения. Например, данные по одному отдельному студенту выглядят следующим образом (таблица 1).

Таблица 1 – Элементы балльно-рейтинговой системы

Графические работы (согласно рабочей программе)	Срок сдачи	Баллы
«ПРАВИЛА ОФОРМЛЕНИЯ ЧЕРТЕЖЕЙ ПО ЕСКД»	2 неделя	2
ТИТУЛЬНЫЙ ЛИСТ	3 неделя	1
Контрольная работа № 1(1) «ТОЧКА, ПРЯМАЯ, ПЛОСКОСТЬ»	5 неделя	2
«СЛЕДЫ ПЛОСКОСТИ»	6неделя	4
Контрольная работа №1(2) «ПЕРЕСЕЧЕНИЕ ПЛОСКОСТЕЙ»	7 неделя	6
1-я Промежуточная аттестация	8 неделя	15 баллов
Контрольная работа №2 (1) «СПОСОБЫ ПРЕОБРАЗОВАНИЯ ЧЕРТЕЖА»	9неделя	2
Контрольная работа №2 (2) «ТОЧКИ ВСТРЕЧИ ПРЯМОЙ С ПОВЕРХНОСТЬЮ ВРАЩЕНИЯ. КАСАТЕЛЬНАЯ К ПЛОСКОСТИ.»	9 неделя	4
Контрольная работа №3 (1) «ПЕРЕСЕЧЕНИЕ ПОВЕРХНОСТЕЙ ВРАЩЕНИЯ»	12 неделя	2
Контрольная работа №3 (2) «ПЕРЕСЕЧЕНИЕ ГРАННЫХ ПОВЕРХНОСТЕЙ»	12 неделя	10
2-я Промежуточная аттестация	12 неделя	33балла
«РАЗВЕРТКИ ПОВЕРХНОСТЕЙ ВРАЩЕНИЯ»	14 неделя	1

«РАЗВЕРТКИ ПОВЕРХНОСТЕЙ»	ГРАННЫХ	15 неделя	4
«ПРОЕКЦИИ СФЕРЫ С ВЫРЕЗОМ»		16 неделя	2
ИТОГО			40

Оценка успеваемости регулярно сообщается студентам и фиксируется преподавателем. В данном примере - на 8 неделе (максимальная сумма составляет 15 баллов), - на 12 неделе (максимальная сумма 33 балла), - на 17 неделе (максимальная сумма 40 баллов), что позволяет сделать вывод, что данный студент допускается к экзамену с оценкой «удовлетворительно». Промежуточные аттестации 1 и 2 проводятся согласно срокам установленным учебной частью. В случае пропуска студентом занятий по уважительной причине допускается сдача им задолженностей на консультации. Для допуска на экзамен сумма баллов должна быть не менее 20. Студенты, пропустившие контрольные мероприятия без уважительной причины, имеющие за контрольные работы «неудовлетворительно», набравшие меньше 20 баллов имеют возможность получить допуск, выполнив следующие обязательные виды работ (таблица 2).

Таблица 2 – Контрольные мероприятия в рамках балльно-рейтинговой системы

Контрольные задания	Баллы
КР 1 «ТОЧКА, ПРЯМАЯ, ПЛОСКОСТЬ»	3
КР1 «ПЕРЕСЕЧЕНИЕ ПЛОСКОСТЕЙ»	3
КР2 «СПОСОБЫ ПРЕОБРАЗОВАНИЯ ЧЕРТЕЖА»	6
КР2 «ТОЧКИ ВСТРЕЧИ ПРЯМОЙ С ПОВЕРХНОСТЬЮ ВРАЩЕНИЯ. КАСАТЕЛЬНАЯ К ПЛОСКОСТИ.»	3
КР3 «ПЕРЕСЕЧЕНИЕ ГРАННЫХ ПОВЕРХНОСТЕЙ И ПОВЕРХНОСТЕЙ ВРАЩЕНИЯ»	3
КР3 «ПРОЕКЦИИ СФЕРЫ С ВЫРЕЗОМ»»	2
ИТОГО	20

Применение новой технологии при оценке графических работ студентов, а также при контроле знаний, умений и навыков на занятиях по начертательной геометрии и инженерной графике открывает новые возможности совершенствования, организации эффективного учебного процесса и существенно влияет на повышение уровня знаний и общепрофессиональной подготовки студентов технического вуза.

**ЛИТЕРАТУРА**

1. Виленский, В.Я. Технологии профессионально-ориентированного обучения в высшей школе: Учебное пособие. Издание второе [Текст] / В.Я. Виленский; под ред. В.А.Сластенина. - М.: Педагогическое общество России, 2005. – 192 с.
2. Сорокина, Н.Д. Управление новациями в вузах (социологический анализ): Научная монография [Текст]/ Н.Д. Сорокина. - М.: «Канон+»РООП «Реабилитация», 2009. - 255с.
3. Куликов, Ю.,Свистунова И. Система оценки качества учебного процесса [Текст] / Ю.Куликов, И.Свистунова // Высшее образование в России, 2006. - №5. - с.57-60.
4. Тарасова, Н.В. Теоретические и методологические основы модульно-компетентностной технологии обучения [Текст] / Н.В.Тарасова, С.А. Смирнов. - М., 2007. - 60с.
5. Шамова, Т.И. Методологические основы управления, становления и развития системы оценивания качества образовательного процесса в вузе [Текст] / Т.И. Шамова // Педагогическое образование и наука. Научно-методический журнал. – 2008. - №5. – С.40-45.

**Самойлова Татьяна Валентиновна**

Мценский филиал ГОУ ВПО Орловского государственного технического университета  
Кандидат педагогических наук, зав.кафедрой «Автомобили и автомобильное хозяйство»  
Тел.8-(48646)-2-06-41

**Севостьянов Александр Леонидович**

Орловский государственный технический университет  
Кандидат технических наук, доцент кафедры «Сервис и ремонт машин»  
Тел. 8 – (4862) 73-43-60

Г.В. БУКАЛОВА

## ПОЛИТИКА КАЧЕСТВА – СРЕДСТВО ОПТИМИЗАЦИИ ФОРМИРОВАНИЯ КОМПЕТЕНТНОСТИ ВЫПУСКНИКА ВУЗА

*Раскрываются аспекты формирования активной политики выпускающей кафедры в области качества, отражающего норму результата профессионального образования, представляемую в виде компетентности выпускника вуза. Авторы обосновывают продуктивность политики качества как средства организационного воздействия с целью оптимизации образовательного процесса профессиональной подготовки. Рассматриваются принципы, цели и задачи формирования активной политики качества профессионального образования.*

**Ключевые слова:** политика качества, компетентность выпускника вуза, управление качеством, качество профессиональной подготовки

*Show the aspects of active policy formation by a graduating chair in the field of quality reflecting the standard of a professional education result presented as the graduating student competence of a higher education institution. The authors substantiate the productivity of a quality policy as a tool of organizational effect with the aim of a professional educational process optimization. The principles, ends and problems in the formation of an active policy of quality in professional education are considered.*

**Key words:** quality policy, competence of a graduating student of a higher education institution, quality control, professional training quality

В Орловском государственном техническом университете реализуется системное управление качеством подготовки выпускников вуза: создана и функционирует сертифицированная система менеджмента качества. В соответствии с этим на выпускающей кафедре «Сервис и ремонт машин» реализуется политика в области качества подготовки трудовых ресурсов для предприятий автотранспортного комплекса. Формирование политики в области качества образования рассматривается как создание надежного механизма управления образовательной системой кафедры, оптимизации эффективности всех её ресурсов, достижение целостности и устойчивости развития [1].

Профессиональное образование – это вид общественной практики. Известно, что в любой сфере общественной практики под политикой деятельности понимается выбор направления формирования, развития и использования ресурсов, обеспечивающих оптимальный баланс интересов субъектов деятельности с существующими интересами общества и с учетом тенденций закономерного их развития [1]. В качестве основы для формирования политики выпускающей кафедры «Сервис и ремонт машин» принята концепция в области качества образования как система исходных позиций и ведущих идей, раскрывающих основные подходы к решению проблемы качества подготовки выпускников вуза в соответствии с потребностями автотранспортной и автообслуживающей сферы производства.

Работа в области качества образования - сложное и многогранное направление деятельности выпускающей кафедры, требующее комплексного решения педагогических, организационных, социальных, нравственных и иных задач. Оптимизация процесса формирования политики выпускающей кафедры в области качества требует выделения ее объектов и субъектов. В качестве объектов политики качества на кафедре «Сервис и ремонт

машин» приняты следующие: образовательный процесс подготовки по соответствующему направлению и специальностям, механизм управления образовательным процессом, структура кадрового потенциала кафедры, обучающиеся студенты, образовательные ресурсы и система отношений кафедры с внутренней и внешней средой университета. Под субъектами политики кафедры в области качества понимаются носители определенных компетенций, прав и ответственности, определенных уставом вуза и другими нормативно-правовыми положениями высшей школы. Каждому субъекту соответствует определённый набор функций и полномочий. На кафедре «Сервис и ремонт машин» в качестве субъектов политики качества определены профессорско-преподавательский состав кафедры, ее заведующий и предприятия-партнеры кафедры в лице своих руководителей.

Формирование политики качества в сфере профессионального образования, как в сфере общественной практики, это сложный и, в определенной степени, противоречивый процесс. Он включает в себя осуществление научно-педагогических и организационно-управленческих действий: разработку концептуальных положений политики качества, определение её содержания, приоритетов и принципов, формирование целевой кафедральной программы совершенствования качества подготовки выпускников вуза, разработку и обсуждение планов решения текущих проблем качества (организационных, образовательных, профильно-профессиональных, материально-технических и др.).

Диапазон требований к компетентности выпускников вуза со стороны предприятий автотранспортного комплекса отличается большим разнообразием, динамизмом изменений и нередко противоречивостью, обусловленными значительными различиями их организационно-экономических структур, разновидностью и объемами производственной деятельности, используемыми технологиями работ и применяемым технологическим оборудованием. В этих условиях решение проблемы качества подготовки выпускников вуза возможно по двум направлениям: по линии решения очевидных, проявленных в данный момент проблем в обеспечении требуемой компетентности выпускников и по линии разработки элемента концепции политики качества, учитывающего тенденции регионального и общего развития автотранспортного и автообслуживающего производства [2]. Причем необходимо исключить изолированность развития этих элементов концепции политики качества кафедры, обеспечивая тем самым их взаимное обогащение. Отсутствие же в концепции политики качества элемента, отражающего тенденции развития сферы профильного производства, создает угрозу потери основного направления процесса формирования компетентности будущих работников в результате отсутствия возможности прогнозирования его оптимального содержания. В этом случае сформированная в таких условиях политика качества будет односторонней и конъюнктурной.

В сфере общественной практики различают следующие типы политики в области качества результатов деятельности [3]:

- пассивная, характеризующаяся отсутствием выраженной программы действий;
- реактивная, направленная на контроль по выявлению симптомов негативного состояния, кризисных ситуаций, когда деятельность по решению проблем сводится к устранению уже проявившихся негативных последствий;
- превентивная, предполагающая наличие обоснованных прогнозов развития ситуации, но без определения средств влияния на неё;

- активная, предполагающая наличие не только прогноза, но и средств воздействия на ситуацию, мониторинга ситуации, корректирование исполнения установленных программ в соответствии с параметрами внешней и внутренней среды деятельности.

Очевидно, что в сфере образовательной деятельности наиболее продуктивной является тип активной политики в области качества. В силу того, что результат образовательной деятельности – формирование компетентности выпускника формируется в течение длительного периода (четырёх-пяти лет обучения в вузе). Необходимыми предпосылками формирования активной политики качества признаются следующие[3]:

- применение научных принципов познания и прогнозирования социально-образовательных явлений, критическое осмысление и творческое применение накопленных знаний и опыта в области теории и практики профессионального образования;

- способность к критическому сравнительному анализу достигнутого уровня компетентности выпускника вуза и уровня компетентности, востребованного рынком труда, с учетом тенденций развития соответствующей сферы производства;

- анализ реальных материально-технических, научных и трудовых ресурсов, которыми обладает кафедра для осуществления формируемой политики качества.

В научной области выделены принципы формирования активной политики качества в сфере общественной практики [1]. Следование указанным принципам придает политике качества целостность и сущностную определённость, а также формирует условия для целенаправленного воздействия на соответствующие процессы. Принципом формирования активной политики качества в сфере общественной практики, к которой относится и сфера профессионального образования, является реалистичность. Научный подход к формированию политики качества требует реалистичной оценки научно-педагогического потенциала кадрового состава кафедры, признания сложности структуры востребованной рынком труда компетентности выпускника вуза и взаимообусловленности возможного уровня его сформированности качеством преподавания учебных дисциплин на смежных кафедрах. Таким образом, важен критический анализ процессов подготовки выпускников вуза по данному направлению (специальности) и на выпускающей кафедре, и на смежных кафедрах, конструктивное осмысление позитивных и негативных сторон этого совокупного образовательного процесса, возможностей адаптации к требованиям той производственной сферы, в которой предполагается их трудовая деятельность. Вместе с тем реалистичная политика качества должна учитывать неуклонное развитие данной производственной сферы, предполагать интеграцию образовательной среды кафедры и производственной сферы по всем аспектам образовательной деятельности, в том числе по переподготовке и повышению квалификации и работников производственной сферы, и научно-педагогических кадров кафедры. Принцип реалистичности указывает на необходимость критического анализа существующей образовательной действительности, даёт возможность судить об эффективности применяемых способов и методов педагогической практики. Этот принцип также предполагает применение методологии многокритериальной постановки и решения проблем качества образования, признания поливариантности этих решений. Соблюдение принципа реалистичности указывает на необходимость концентрации усилий, обеспечивающих опережающее развитие образовательного потенциала кафедры.

Следующий принцип активной политики в области качества - созидательная направленность. Политика в области качества может иметь различную направленность. Возможна направленность деятельности кафедры на сохранение достигнутого ею качества образования, наработанных методик преподавания, внешних и внутренних связей кафедры. Другой вид направленности деятельности кафедры предполагает введение инновационных технологий обучения, обновление материально-технических ресурсов кафедры, создания новых форм внешних и внутренних связей кафедры, изменение содержания формируемой компетентности выпускника вуза в соответствии с изменениями требований рынка труда. Очевидно, что реализация принципа созидательной направленности обеспечивается именно следованием указанным выше характеристикам деятельности кафедры.

В качестве одного из принципов реализации активной политики качества указывается также комплексность. В соответствии с этим принципом политика в области качества выпускающей кафедры должна быть сопряжённой и соподчинённой политике качества вуза, а также базироваться на единстве целей развития высшего образования в целом. Принцип комплексности ориентирует политику качества кафедры на системный подход к основному результату ее деятельности – формированию компетентности будущих работников профильной сферы производства, обеспечивая равную приоритетность формирования и профессиональных, и общекультурных компетенций выпускника вуза.

Демократичность как принцип активной политики в области качества поддерживается традиционно существующими в российской высшей школе демократическими принципами управления. Именно высшая школа среди всех других российских социальных институтов обладает наибольшим опытом демократического устройства. Реализация принципа демократичности при формировании политики качества в сфере высшего профессионального образования обусловлена содержанием основных принципов управления в этой сфере в целом. К ним может быть отнесено обеспечение академических свобод преподавания и проведения научных исследований, автономность образовательного учреждения, деидеологизация образовательного процесса. Ученые советы вуза, факультета; научно-методические советы по специальностям - традиционные структуры демократизма в системе высшей школы. В эти структуры органично вписываются и механизмы управления качеством формирования компетентности выпускников вуза на уровне выпускающей кафедры. Демократический характер управления качеством образования реализуется также через взаимодействие выпускающей кафедры с деловыми кругами той производственной сферы, для которой ведется подготовка выпускников вуза. Организационная структура взаимодействия выпускающей кафедры с производственной сферой должна иметь четкие контуры (находиться в стадии реального взаимодействия). Только при этом условии она может быть использована для формирования политики качества подготовки выпускников вуза и создать возможность интегрирования потребностей производственной сферы в трудовых ресурсах в систему образовательных ценностей академического сообщества вуза. Так, кафедрой «Сервис и ремонт машин» установлены прочные связи с ведущими автообслуживающими и автотранспортными предприятиями города Орла. Руководители и ведущие специалисты этих предприятий приняли активное участие в оптимизации содержания компетентностной модели выпускника вуза.

Важной особенностью следования принципу демократичности при реализации политики качества является создание условий для самоорганизации процесса формирования качества профессиональной подготовки [2].

Принцип демократичности требует также концентрации внимания на образовательных потребностях обучающихся. При этом следует учитывать наличие достаточно высокого уровня самосознания в студенческой среде, проявление которого выражается прежде всего в осознание своего права на получение качественного профессионального образования. Принятие активной политики качества ставит выпускающую кафедру в условия необходимости активного поиска продуктивных форм взаимодействия с указанными общественными структурами.

В качестве одного из принципов активной политики качества в области профессионального образования является гуманистичность. Не смотря на то, что в течение долгого времени в российском общественном сознании доминировала субъектно-независимая технократическая идеология, современные социально-культурные условия ставят систему профессионального образования перед осознанием активной роли человека, ценности его потребностей и интересов. При реализации образовательного процесса это осознание проявляется в конкретной научно-педагогической деятельности, направленной на повышение качества профессиональной подготовки. Однако, в определенной степени, сохраняется проблема противостояния технократического (субъектно-независимого) и гуманистического (субъектно-ориентированного) подхода к реализации образовательного процесса [1]. Это противоречие во многом определяется сложившимся менталитетом определённой части профессорско-преподавательского состава, который имеет тенденцию воспроизводства за счет молодых преподавателей, не имеющих никакого другого опыта общественной деятельности кроме обучения в вузе и аспирантуре (зачастую этого же вуза). Наличие же сформированной активной политики в области качества создаёт условия для переориентации идеологии образовательной деятельности кафедры в направлении гуманистического подхода, способствуя развитию таких ценностей процесса преподавания, как творческое самовыражение через профессиональную деятельность, стремление к постоянному совершенствованию процесса преподавания, ответственность за качество своей педагогической деятельности, признание в качестве образовательных ценностей потребностей обучающихся. Следовательно, политика кафедры в области качества образования в соответствии с требованием принципа гуманистичности должна иметь социально-ориентированный характер.

Принцип легитимности политики выпускающей кафедры в области качества образования указывает, что достижение ею действительного влияния требует придания политике качества нормативного статуса в рамках локальных нормативно-правовыми актов данного вуза. Это обеспечивает гарантированную легитимность педагогических решений проблем качества подготовки по соответствующим направлениям (специальностям) выпускников вуза. Проблема эффективной реализации политики в области качества образования требует выявления элементов используемого при этом механизма власти. В качестве источников власти можно указать следующие: знания, образовательные потребности, правовые нормы [1]. К субъектам власти можно отнести государство, академическое и профессиональное сообщества. Ресурсы власти, необходимые для реализации политики в области качества образования – это научно-профессиональное и научно-педагогическое

знание, правовые нормы педагогической деятельности по формированию профессионального образования, организационно-управленческие функции администрации факультета (института), заведующего кафедрой, академические традиции выпускающей кафедры.

Такой механизм власти может быть представлен посредством следующих элементов: знания, потребности, правовые нормы-источники власти; академическое сообщество, общественные объединения, государство-субъект власти, координация, организация функций власти, право, убеждение, знание, академические традиции-ресурсы власти.

Представленные принципы могут послужить основой для разработки концепции политики выпускающей кафедры в области качества образования. Целесообразно также в составе концепции политики качества отразить традиционные образовательные ценности российской системы высшего образования [1]:

- соблюдение Конституции Российской Федерации, а также законодательных и нормативно-правовых актов, распространяющихся на систему высшего образования;
- сохранение преемственности в процессе передачи научно-производственного опыта и профессиональной культуры, присущей сфере производства, для которой ведётся подготовка трудовых ресурсов;
- опережающий характер политики в области качества образования, сформированной на основе комплексной оценки образовательных ресурсов кафедры и системном прогнозировании тенденций развития профильной сферы производства;
- соблюдение академических свобод профессорско-преподавательского состава;
- определение прав и обязанностей всех субъектов образовательного процесса;
- доминирование коллегиальных процедур оценки качества образовательной деятельности.

При этом цели политики качества могут быть представлены следующим образом:

- подготовка трудовых ресурсов, способных обеспечить конкурентоспособность предприятий данной производственной отрасли;
- обеспечение оптимального уровня компетентности выпускников вуза в соответствии с прогнозируемыми тенденциями развития данной производственной сферы и состоянием её рынка труда;
- создание условий для формирования в академическом сообществе факультета (института) университета организационной культуры, ориентированной на поддержание и развитие образовательных ценностей, побуждающих профессорско-преподавательский состав к творческому поиску эффективных методов и средств образовательной деятельности.

Достижению указанных целей политики качества в области подготовки специалистов способствует решение следующих задач:

- прогнозирование тенденций технического и организационного развития профильной производственной сферы региона;
- организация образовательного процесса на основе использования научных достижений и передового производственного опыта данной производственной сферы;
- формирование компетентностной модели выпускника вуза на основе выявления требований к конкурентно способным трудовым ресурсам профильной производственной сферы и государственных образовательных стандартов высшего профессионального образования;

- создание реальных условий для развития научно-профессиональных и педагогических компетенций профессорско-преподавательского состава;
- привлечение высококвалифицированных специалистов профильной сферы производств, способных вести научно-исследовательскую деятельность и принимать участие в образовательном процессе;
- формирование ответственности всех работников выпускающей кафедры в отношении качества результатов образовательного процесса;

Последовательная и непротиворечивая реализация изложенных выше принципов, целей и задач политики в области качества образования возможна только при организационной целостности образовательного процесса подготовки по соответствующим специальностям (направлениям) на смежных кафедрах университета, методологическом единстве процедур оценки и анализа результатов образовательного процесса.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Современная социология образования [Текст] / Отв. редакторы А.М. Осипов, В.В. Тумалев. – Ростов н/Д: «Феникс», - 2005.
2. Букалова, Г.В. Компетентностный подход к обеспечению качества подготовки специалиста: Монография [Текст] / Г.В. Букалова. – Орел: ОрелГТУ, - 2009.
3. Колер, Ю. Обеспечение качества, аккредитация и признание квалификаций как контрольные механизмы Европейского пространства высшего образования [Текст] / Ю. Колер // Высшее образование в Европе. – 2003. - №3.

**Букалова Галина Васильевна**

Орловский государственный технический университет, Россия, г. Орел  
Кандидат педагогических наук, доцент кафедры «Сервис и ремонт машин»  
Тел.: +7 (4862) 74-43-50  
E-mail: [srmostu@mail.ru](mailto:srmostu@mail.ru)

УДК 378

Ю.Г. БРЕЗГИН

## ПРИНЦИПЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ПРОЦЕССА ФОРМИРОВАНИЯ КЛЮЧЕВЫХ УПРАВЛЕНЧЕСКИХ КОМПЕТЕНЦИЙ СПЕЦИАЛИСТА С ИНЖЕНЕРНО – ТЕХНИЧЕСКИМ ОБРАЗОВАНИЕМ НА РАЗНЫХ УРОВНЯХ ОБУЧЕНИЯ В МНОГОУРОВНЕВОМ ОрёлГТУ

*Общепринято, что педагогические принципы (от латинского principium» - основа, первоначало) представляют основное требование к деятельности его субъектов, вытекающие из общенаучных принципов все компоненты процесса диверсификации университетского образования (цели, содержание, методы, технологии и др.) должны быть интерпретированы через специфику данного принципа, а реализация принципа должна быть обеспечена его интеграцией в единстве с принципами: генерализации, системности, целостности, проблемности, субъектной доминанты, вариативности, дополнительности, фундаментализации, которые будут в свою очередь выступать в качестве системообразующих дидактических условий обучения специалиста с инженерно – техническим образованием в многоуровневом техническом университете.*

**Ключевые слова:** управленческие компетенции специалиста, техническое образование, образовательная система, педагогика, диверсификация

*It is a current opinion that pedagogical principles (Latin “Principium” – basis, initial position) represent a main requirement to the activity of its subjects, ensuing from common scientific principles all components of the university education diversification (ends, contents methods, technologies and so on) should be interpreted through a specificity of this principle and the principle realization should be provided by its integration in a unity with principles: the generalization, systematization, integrity, problems, subject dominant, subsidiarity, fundamentality which will appear in their turn as a backbone didactic terms of training a specialist with technical education at a multi-level technical university.*

**Key words:** specialist’s management competence, technical education, educational system, pedagogics, diversification

Приступая к проектированию процесса формирования управленческих компетенций специалиста с инженерно – техническим образованием на разных уровнях обучения в многоуровневом техническом вузе, нам необходимо, прежде всего определить *принципы*, на которых будет выстраиваться весь образовательный процесс подготовки специалистов с инженерно-строительным образованием, в условиях диверсификации профессионального технического образования.

Современная система профессионального технического образования находится в процессе модернизации и совершенствования, что обусловлено целым рядом следующих *факторов и причин*:

- установление в стране рыночные экономические отношения в системе хозяйствования;
- возросшие требования общества и государства к содержанию и качеству образования;
- неудовлетворенность граждан результатами образования;
- возросшие требования рынка труда к профессионализму, компетентности, квалификации специалистов всех уровней;
- необходимость решать проблему по созданию единого рынка трудовых ресурсов на территории России и за рубежом, что способствовало бы расширению возможности

трудоустройства молодых специалистов;

- необходимость преодоления экономических, энергетических, информационных проблем и других факторов в нашей стране с рыночной экономикой за счёт повышения качества профессионального технического образования [2.]

Необходимость обновления образовательной системы нашей страны с учетом вышеперечисленных факторов, потребовала проведения реформы и выдвинула новые требования к профессиональной подготовке специалистов для всех отраслей экономики, в том числе и для предприятий и организаций с различной правовой формой собственности.

Требования нашего государства к обновлению системы высшего профессионального образования нашли отражение в следующей нормативной и законодательной базе:

- В Законе РФ «Об образовании».
- В Федеральном законе «О высшем и послевузовском профессиональном образовании».
- В Федеральном законе «Об утверждении Федеральной программы развития образования».
- В «Концепции модернизации российского образования на период до 2010 года».

В научных исследованиях последних десятилетий, проводимых учёными в области педагогики, особенно после опубликования руководящих документов по реформированию образования: («Стратегии модернизации содержания общего образования» и «Концепции модернизации российского образования на период до 2010 года») происходит переоценка отношения к качеству профессионального технического образования с позиций таких традиционных основных понятий, как: «подготовленность», «образованность», «общая культура», «воспитанность» и переход к новым научным понятиям в педагогике: «диверсификация профессионального образования», «компетенция», «компетентность», «профессионализм». При этом формируется современный подход в профессиональном образовании – «компетентностный подход» [4 С.23-29].

В педагогической науке в ее современном состоянии представлено несколько традиционных подходов, применяемых при организации учебного процесса для формирования профессиональных компетенций. Так, например, И.А. Зимняя классифицирует традиционные подходы в организации учебного процесса для формирования профессиональных (управленческих) компетенций будущих специалистов, применяемые в педагогической практике, по следующим основаниям:

- по научным дисциплинам: философский, психологический, педагогический, антропологический, междисциплинарный и т.д.;
  - по объекту приложения: деятельностный, культурологический, личностный и т.д.;
  - по организации рассмотрения (анализа): системный, комплексный, структурный и т.д. [ 5 с. 39.].
- Следует отметить, что разные подходы не исключают друг друга (хотя некоторые могут развивать и совершенствовать предыдущие), а реализуются в педагогической практике в зависимости от задач и целей образовательного процесса.

Сформулируем основные *принципы*, которыми должно руководствоваться многоуровневое техническое учебное заведение при проектировании содержания

управленческих компетенций будущего специалиста с инженерно – техническим образованием, в условиях диверсификации профессионального университетского образования.

Термин «принцип» трактуется как «основное правило, руководящее положение, установка для какой-либо деятельности» [13]. Принципы (от лат. «*principium*») - это исходные, фундаментальные положения, ориентиры, проверенные теорией и практикой. Принципы являются основной формой целенаправленного использования объективных законов в педагогической практике. Принципы служат связующей цепочкой между теорией и практикой, переводят содержание теоретических положений науки на язык практики.

Здесь необходимо пояснить логику наших дальнейших рассуждений. Дидактические принципы проектирования содержания профессионального образования хорошо известны в педагогике. Авторы педагогических исследований их постоянно повторяют, внося своё видение в их сочетание и содержание, т.е. формируя из известных и хорошо изученных элементов систему, отвечающую их целям. Эта процедура является стандартной и, в общем-то, обязательной, т.к. позволяет, во-первых, сравнивать результаты разных исследований, во-вторых, опираться на общепризнанный, проверенный, многовековой опыт педагогики. Мы также не пренебрегаем этими правилами, но в дидактических принципах хотим учесть и показать «управленческую и инженерную специфику», в условиях диверсификации профессионального технического образования, т.к. проектируем содержание управленческих компетенций, именно, специалистов с инженерно – техническим образованием. Понимание сущности и специфики работы специалиста с инженерно – техническим образованием поможет в дальнейшем определить *содержание, условия, методы и средства* формирования его управленческих компетенций, кроме того, даст возможность понять роль и место управленческих знаний в системе его профессиональной подготовки.

При отборе принципов формирования профессиональных компетенций специалиста с инженерно – техническим образованием в техническом вузе необходимо учитывать, что будущий специалист должен быть готов к проектированию новых или реконструкции действующего производства на транспортном предприятии. Для этого специалист с инженерно – техническим образованием должен владеть системой определенных управленческих знаний и умений, которые могут быть сформированы только при взаимосвязанном изучении управленческих, экономических и специальных дисциплин. Студент – будущий специалист с инженерно – техническим образованием, прошедший инженерную подготовку должен быть готов к следующей деятельности, имеющей управленческую направленность:

- Определять общую экономическую эффективность инвестиционных проектов, которая в условиях рынка приобретает первостепенное значение.
- Производить оценку эффективности инвестиционных проектов с позиции собственника-инвестора, вкладывающего средства в инвестиционные и инновационные проекты. А также уметь делать оценку коммерческого проекта для определения величины экономической эффективности производственной деятельности при выполнении заказа.
- Устанавливать величину экономического эффекта инвестиционных проектов, определяемую путём сравнения предполагаемых затрат и результатов при анализе одного проекта или сравнении вариантов проекта.
- Различать значение оценок экономической эффективности в зависимости от

масштаба и содержания расчёта. При масштабной оценке определять коммерческий и бюджетный эффекты.

В качестве компонентов системы принципов, которые необходимо соблюдать при проектировании содержания управленческих компетенций специалистов с инженерно – техническим образованием, мы выделяем диверсификацию управленческой подготовки будущего транспортника на разных уровнях обучения в техническом вузе.

Диверсификация профессионально-технического образования делает систему образования в техническом университете более гибкой, способной к оперативным действиям в плане перестройки к незамедлительным структурным изменениям; создает благоприятные условия для стабилизационной и инновационной активности, что обеспечивает возможности для реформирования образовательного процесса и образовательных технологий в системе профессионально-технического образования.

Диверсификация профессионально-технического образования в техническом университете явилась результатом, с одной стороны, сложных экономических условий, требования поиска путей «выживания», а с другой - порождена творчеством и инициативой самих университетов в условиях предоставленной им самостоятельности. Диверсификация профессионально-технического университетского образования сопровождается стремительным ростом новых образовательных услуг, образовательных программ, типов и видов образовательных услуг (бюджетная или коммерческая основа, очная или заочная, дистанционная формы обучения). Благодаря диверсификации, непрерывной и динамичной, способствующей обновлению образовательного пространства, многоуровневая система профессионально-технического образования в классическом университете становится устойчивой к отрицательным последствиям кризисных явлений и факторов, происходящих в нашем обществе и экономике.

На основе анализа практики создания гибких образовательных структур и тенденций развития диверсификации университетского образования мы выделили следующие основные закономерности и признаки ее проявления на современном этапе: *многоуровневость образования; многоступенчатость профессионального технического образования; вариативность и гибкость образовательных программ; многопрофильность университетского образования.*

1. Многоуровневость университетского образования.

Университеты профильного образования могут быть многоуровневыми и многоступенчатыми. При этом, как отмечал Г.Л. Халиков, «единство требований к уровню подготовки должно оставаться неизменным при всех изменениях» [14.]. Многоуровневые и многоступенчатые учебные заведения составляют новый класс университетского образования.

Многоуровневое образование предполагает изучение различных по содержанию образовательных программ, из которых программы повышенного уровня, обеспечивая более сложную ступень интеллектуального развития и профессиональной компетентности, могут быть направлены на подготовку специалистов той же профессии, что и программы базового уровня.

2. Многоступенчатость профессиональной подготовки в техническом университете.

Многоступенчатые системы профессиональной подготовки специалистов предполагают последовательный переход со ступени на ступень, от одной профессии к другой (техник (СПО) – технолог (бакалавр) – инженер «магистр»).

3. Вариативность и гибкость образовательных программ в техническом университете.

Содержание образования в техническом университете формируется в соответствии с перечнем специальностей, которые и характеризуются, прежде всего, по содержанию и предполагают, во-первых, деление по профилям (гуманитарный, транспортный, сельскохозяйственный, технический); во-вторых, по группе специальностей, объединенных общепрофильностью и общностью подготовки; в-третьих, по специальностям, под которыми понимается совокупность знаний, умений и навыков, приобретенных в результате обучения и обеспечивающих постановку и решение определенных глобальных профессиональных задач [федеральные государственные образовательные стандарты].

4. Многофункциональность университетского образования.

Для реализации и практического развития профессионально-технического образования университетам необходимо: найти новых инвесторов и освоить многошкальность финансирования; обеспечить сочетание различных уровней образования, в том числе и выходящих за пределы финансирования систем университетского образования (например, «детский сад - школа - вуз», «школа - колледж - вуз» и т.д.); рассмотреть возможность создания сложных образовательных структур на интегративных или кооперативных началах (на интегративных основаниях происходит объединение в одних руках юридического правления (возможно осуществление правомерных полномочий юридическими лицами по доверенности), при кооперативном - учебные заведения или их звенья действуют на договорных началах в вопросах, касающихся содержания обучения, его организационных форм, рационального использования ресурсной базы, обеспечения преемственности в содержании и организации учебного процесса).

Рассмотрев создание гибких образовательных структур и тенденций развития диверсификации профессионально-технического университетского образования для достижения цели исследуемого вопроса, нам необходимо сделать анализ *принципов* (закономерностей) диверсификации процесса формирования ключевых управленческих компетенций и непрерывной подготовки специалиста в техническом университете.

Диверсификацию процесса формирования ключевых управленческих компетенций обучения студентов в классическом университете, мы считаем, целесообразно рассматривать прежде всего как дидактический принцип.

Общепринято, что педагогические принципы (от латинского *principium* - основа, первоначало) представляют основное требование к деятельности его субъектов, вытекающие из общенаучных принципов.

Как считает Махмутов М.И., общенаучные принципы получены на основе общих закономерностей развития науки и имеют значение основных исходных положений (например, в теории познания - это принципы деятельности, целеполагания, проблемности, преемственности и т.д.). Дидактические принципы - *принцип единства образования, развития, воспитания, научности, активности* и другие. Дидактические принципы применяются только при рассмотрении вопросов содержания, форм, методов обучения, т.е. самой дидактики.

Дидактические принципы начинают доминировать там, где речь идет о процессе, о деятельности [10 с.70-73].

Подласый И.П. под дидактическим принципом понимает основные положения, определяющие содержание, организационные формы, методы учебного процесса в соответствии с его общими целями и закономерностями. Выступая как категории дидактики, принципы обучения характеризуют способы использования законов и закономерностей в соответствии с намеченными принципами. Принципы реализуются через правила обучения [12с.169]

А вот Данилов М.А. под принципом обучения в университете понимает руководящие положения, определяющие ход преподавания и обучения в соответствии с целями образования и воспитания, закономерностями процесса усвоения знаний, умений, навыков.

Пидкасистый П.М под принципом обучения понимает « общие нормы организации учебного процесса» [11

Кустов Ю.А. в ходе своего научного исследования констатирует то, что принципы обучения в университетском образовании выступают системообразующим фактором в дидактической системе процесса обучения. Место принципа в структуре процесса обучения – между целью и средством ее достижения. Принцип интерпретирует цель, конкретизирует ее, делает более доступной для соединения с содержанием, методами, формами обучения [9. - 20 с.].

На основе проведенного теоретического анализа научных исследований по педагогической проблеме диверсификации университетского образования, а также учитывая собственную точку зрения, мы считаем, что реализация диверсификации обучения студентов - будущих специалистов с инженерно – техническим образованием в техническом университете, как важнейшего дидактического принципа формирования управленческих компетенций, обеспечивается следующими педагогическими правилами:

- процесс диверсификации университетского образования должен быть построен таким образом, чтобы поэтапно развивать методолого-культурологический фундамент личности студентов будущих специалистов с инженерно – техническим образованием;

- все компоненты процесса диверсификации университетского образования (цели, содержание, методы, технологии и др.) должны быть интерпретированы через специфику данного принципа, а реализация принципа должна быть обеспечена его интеграцией в единстве с принципами: *генерализации, системности, целостности, проблемности, субъектной доминанты, вариативности, дополненности, фундаментализации*, которые будут в свою очередь выступать в качестве системообразующих дидактических условий обучения;

- в ходе реализации диверсификации университетского технического образования необходимо обеспечить условия для развития научного стиля мышления, деятельности обучения и структурирования личностно-значимого опыта творческой, исследовательской деятельности будущих специалистов с инженерно – техническим образованием;

- в процессе подготовки будущих специалистов с инженерно – техническим образованием в системе университетского образования необходим учет закономерностей гарантированного повышения эффективности профессионального обучения;

- в ходе реализации диверсификации университетского технического образования будущих специалистов с инженерно – техническим образованием необходим постоянный мониторинг динамики качества системы (процесса профессиональной подготовки); качества учебно-познавательной деятельности; качества ее результатов [7- 32 с.].

Изучив и проанализировав различные подходы к процессам диверсификации университетского технического образования и непрерывной подготовки будущих специалистов с инженерно – техническим образованием мы будем рассматривать диверсификацию профессионально-технического образования в университете:

во-первых, как закономерность современной образовательной политики, основанной на таких ценностных категориях, как личность и ее свобода, демократизация и гуманизация образования, свобода выбора и равенство возможностей, что позволит гармонизировать противоречивые тенденции профессионально-технического образования на современном этапе;

во-вторых, как способ совершенствования университетских образовательных систем и их структурное многообразие;

в-третьих, как одну из тенденций реформирования университетского профессионально-технического образования, изменения содержания профессионального образования, т.е. его структуры и форм, методов обучения, педагогических технологий;

в-четвертых, как трансформацию и способ изменения системы подготовки специалиста;

в-пятых, как форму оптимизации инженерно - технического мышления, как способ гармонизации профессионально-технического образования, общества и культуры человечества [К8- с.-13.].

В этом случае, на основании проведённого нами анализа различных научных исследований и подходов к процессам диверсификации университетского технического образования, мы считаем, что условиями реализации диверсификации университетского профессионально-технического образования при формировании ключевых управленческих компетенций в ходе подготовки будущих специалистов с инженерно – техническим образованием могут выступать следующие дидактические принципы:

1.Принцип целесообразности. Новые образовательные структуры или звенья в ходе реализации диверсификации университетского профессионально-технического образования создаются только тогда, когда в этом есть реальная потребность общества, государства, социально-экономической сферы, личности.

2.Принцип ответственности государства за качество оказываемых образовательных услуг при подготовке будущих специалистов с инженерно – техническим образованием. В условиях, когда рыночные экономические отношения оказывают противоречивое воздействие на образование и трансформируют образовательные потребности личности, как правило, занижая их качественные параметры, роль государства как гаранта качества образования (в лице государственных органов лицензирования, аттестации и аккредитации) не может быть принижена. При этом мотивированный выбор учебным заведением уровня и профиля профессионального образования должен подвергаться контролю и коррекции (в случае необходимости) со стороны государственных, властных образовательных структур.

3.Принцип соответствия получаемого уровня технического образования. Образование получаемое в профессионально-техническом университете должно соответствовать федеральным

государственным образовательным стандартам. Какие бы образовательные учреждения или структурные подразделения в образовательных учреждениях ни создавались, образовательный процесс, осуществляемый ими, должен отвечать стандартам требований к минимуму содержания образования и качеству подготовки выпускников на данном уровне.

4. Принцип завершенности образования. При диверсификации университетского профессионально-технического образования его уровни, ступени, образовательные структуры должны быть сконструированы таким образом, чтобы в каждом из них, на каждом этапе обучающиеся получали завершенное образование, подтверждающееся соответствующим сертификатом, дающим право поступить на следующую ступень не только сразу после окончания конкретной ступени, но и после определенного перерыва.

5. Принцип соответствия технологии обучения будущих специалистов строительной индустрии требованиям диверсификации профессионально-технического университетского образования. Реформирование педагогических технологий обучения специалистов с инженерно – техническим образованием в направлении, адекватном содержательной и структурной гибкости, содержательной и технологической конвертируемости уровней профессионального технического образования должна сохранять их качественную определенность. В силу процесса фундаментализации учебных планов, необходимо обратить внимание на то, «... обеспечиваем ли мы правильную подготовку, правильно ли структурированы преподаваемые курсы, достаточно ли жестка наша позиция в отборе материала» [3, с. 3-5.].

6. Принцип психологической поддержки. Университеты, осуществляющие обучение в условиях диверсификации университетского технического образования, должны вести индивидуальную профориентационную работу и оказывать психологическую помощь при подготовке будущих специалистов с инженерно – техническим образованием, учитывая их способности и интересы.

7. Принцип фундаментализации профессионально-технического образования предполагает расширение и углубление фундаментальной подготовки студентов при одновременном сокращении объема общих и обязательных дисциплин за счет более строгого отбора учебного материала. Так, например, по учебной дисциплине «Основы менеджмента инженерно – технической службы» при изучении темы: «Управление инновационным проектом» необходимо отобрать такой учебный материал, который бы показал студенту, что, с одной стороны, проект представляет собой комплект чертежей, в которых даются объемно-планировочные, конструктивные, организационно - технологические и другие решения по инновационному проекту, а с другой – это процесс целенаправленного создания нового производства или реконструкция действующих производственных мощностей. Необходимо в содержание включить материал о фазах внедрения инновационного проекта.

8. Принцип компетентностной направленности профессионально - технического образования является результатом воздействия «информационной революции» на формирование глобального рынка, а также смещение конечной цели образования со знаний на компетентности и профессиональные (управленческие) компетенции. Компетентностный подход к образованию в последние годы становится основой федеральных ГОС, являясь компетентностной парадигмой в профессионально-технического образовании [1. С. 19-27.].

Компетентностная парадигма, имеет кардинально-инновационный характер. Компетентностный подход представляет в сфере технического образования то, что называют современностью, а компетентностная модель образованности соотносится с динамичным «открытым» обществом, в котором продуктом процессов обучения, общей и профессионально-технической подготовки является квалифицированный специалист с инженерно – техническим образованием, готовый к осуществлению свободной, гуманистически ориентированной профессиональной деятельности на благо общества.

Так, например, известно, что основу содержания работы специалиста с инженерно – техническим образованием составляет управленческая деятельность, т.е. он должен быть компетентным управленцем. Содержание управленческой деятельности специалиста с инженерно – техническим образованием определяется следующими этапами:

- формирование цели - выработка проектного идеала и выявление реальных возможностей, в том числе и экономических;
- разработка средств конкретного метода преобразования деятельности;
- процесс непосредственного проектирования - воздействия с помощью конкретного метода на исходный материал и фиксация результатов в форме проекта.

*Таким образом, рассмотрев принципы (закономерности) проектирования диверсификации университетского образования при формировании управленческих компетенций будущих специалистов с инженерно – техническим образованием, мы можем констатировать, что диверсификация есть ново структурно и концептуальная конструкция образования, в основание которой положены реструктурные процессы в области образовательного пространства технического университета.*

При исследовании принципов проектирования диверсификации профессионально-технического образования в многоуровневом вузе мы их рассматриваем как социально-педагогическое явление. Это явление выступает как реакция общества и государства на реформы в образовании, а поэтому как один из элементов трансформации и совершенствования системы профессионально-технического образования, как фактор структурных изменений в содержании, методах и формах обучения, усовершенствовании педагогических технологий, дальнейшем развитии индивидуализации и дифференциации процесса обучения специалиста с инженерно – техническим образованием.

Подводя итог, обобщив вышеизложенных принципов формировании управленческих компетенций специалистов с инженерно – техническим образованием, мы можем констатировать, что некоторыми основными формами диверсификации профессионально-технического образования являются:

- создание новых учебных заведений на основе объединения уже действующих;
- образование частных учебных заведений или их подразделений;
- реорганизация технических институтов в технические университеты или в классические университеты.

Так, например, Орловский государственный технический университет ведет подготовку по 71 базовой специальности и направлениям высшего профессионального образования, 22 специальностям среднего профессионального образования и 2 специальностям начального профессионального образования, 36 специальностям в аспирантуре и докторантуре.

Ректор ОрелГТУ В.А. Голенков так характеризует процесс диверсификации профессионально-технического образования: «На базе Орловского государственного технического университета сформирован учебно-научно-производственный комплекс, куда входят филиалы, институты, колледжи, факультеты, научные и производственные подразделения, предприятия с технологическими и конструкторскими бюро, экспериментальными и опытными производствами, испытательными центрами, лабораториями. Это позволило создать единую мощную научно-производственную базу, открывающую уникальные возможности использовать объединенный потенциал ученых, аспирантов, студентов и инженерно-технических работников для решения актуальных образовательных, научно-технических и экономических проблем университета, области региона» [6, С.5].

Возникновение и развитие диверсификации профессионального технического образования как социального явления, отражает реакцию образовательных учреждений, общества и государства на необходимость реорганизации и реформирования образования. Примером этому служит появление новых образовательных структур. Так появился многопрофильный университетский учебно-научно-производственный комплекс (УНПК) ОрелГТУ.

УНПК ОрелГТУ имеет мощную материально-техническую, научную и производственную базу. Многопрофильный университетский учебно-научно-производственный комплекс имеет высокую научно – производственную значимость в различных сферах реального сектора экономики, притягивает и объединяет вокруг себя лучшие творческие силы, научный потенциал и молодежь региона.

УНПК ОрелГТУ обеспечивает как реальную многоуровневую подготовку кадров на базе интеграции высшего, среднего и начального профессионального образования, так и высокое качество подготовки специалистов за счет повышения статуса вузовской науки, а также глубокой интеграции учебного процесса с производством, фундаментальной и прикладной наукой.

С начала появления УНПК был ориентирован на предоставление качественных образовательных услуг по широкому спектру направлений, обеспечивающих сочетание фундаментальности с практическими требованиями работодателей.

В настоящее время университетский комплекс ОрелГТУ готовит специалистов для многих межотраслевых комплексов народного хозяйства страны: машиностроения и металлообработки, промышленного, гражданского и дорожного строительства, городского и автомобильного хозяйства, приборостроения, радиоэлектронной, пищевой и легкой промышленности, дизайна и туризма, информационных технологий, медицины, экономики, банковской, налоговой и правовой деятельности, социологии и менеджмента.

УНПК ОрелГТУ имеет достаточно развитую структуру учебных подразделений. В состав комплекса входит 3 филиала: Ливенский и Мценский в Орловской и Карачевский в Брянской областях. В структуре базового университета 9 факультетов очной формы обучения, факультеты вечернего обучения, дистанционного обучения, довузовской подготовки, политехнический колледж, общеобразовательный лицей, 43 кафедры.

Общая численность студентов в университетском комплексе ОрелГТУ достигает 15 тысяч человек. В аспирантуре обучается свыше 500 аспирантов и соискателей ученых степеней. В университете работают 7 диссертационных советов по 14 докторским и 17 кандидатским специальностям.

Таким образом, в УНПК ОрелГТУ предоставляются образовательные услуги по программам практически всех уровней и ступеней от начального профессионально-технического образования до аспирантуры и докторантуры включительно. При этом наибольший объем занимает подготовка дипломированных специалистов с профессиональным политехническим образованием всех уровней.

Процесс диверсификации университетского образования характерен для всего образовательного пространства России в период реформирования общества и образования, в момент перехода к новым политическим, экономическим и социально-культурным парадигмам. В сфере высшего технического образования это проявляется в перераспределении функций основных образовательных систем, осуществляющих подготовку специалистов с профессионально-техническим образованием.

Реализация принципов проектирования формирования управленческих компетенций будущего специалиста с инженерно – техническим образованием должно повысить эффективность изучения им управленческих дисциплин, сформировать его способность глубоко, осмысленно, творчески решать профессиональные инженерные задачи; свободно владеть способами совместной деятельности и сотрудничества, приемами самореализации и саморазвития индивидуальности при осуществлении аналитической, проектной, исследовательской, управленческой функций.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Андреев, А.Л. Компетентностная парадигма в образовании: опыт философско-методологического анализа [Текст] / А.Л. Андреев // Педагогика. - 2005. - №4. - С. 19-27.
2. Брезгин, Ю. И. Современная концепция процесса формирования ключевых управленческих компетенций будущего специалиста - строителя в условиях среднего профессионального образования [Текст] / Ю.И. Брезгин // Материалы Всероссийской научно-практической конференции.- Орёл: ОрёлГТУ, 2007.
3. Зайдель, Г. Университеты как элемент европейской культуры и зеркало социального развития [Текст]/ Г. Зайдель // Alma mater. - 1994. - № 3, - С. 3-5.
4. Зеер, Э.Ф. Компетентностный подход к модернизации профессионального образования [Текст] / Э. Зеер, Э. Сыманюк // Высш. образование в России. - 2005. - №4.
5. Зимняя, И.А. Ключевые компетентности как результативно-целевая основа компетентностного подхода в образовании. Авторская версия [Текст] / И.А. Зимняя // Матер. к первому заседанию методологического семинара 20 мая 2004 г. - М.: Исследовательский центр проблем качества подготовки специалистов, 2004. -39 с.
6. Голенков, В.А. Жить – значит действовать. Орловский государственный технический университет – 50 лет [Текст] / В.А. Голенков // Сборник научных трудов / ОрелГТУ. – Орел, 2004.
7. Казанцев, С.А. Методологическая культура студентов высшей школы. [Текст] / С.А. Казанцев. - Казань: Изд-во КГУ, 1999. - 32 с.
8. Кинелев, В.Г. Фундаментализация университетского образования [Текст] / Высшее образование в России, 1994. - № 7- С.13.
9. Кустов, Ю.А. Дидактический принцип преемственности и методика его реализации. Метод. рекоменд. для студентов-практикантов. [Текст] / Ю.А. Кустов. -Куйбышев:Изд-во Куйбыш-го пед. ин-та, 1987.- 20 с.
10. Махмутов, М.И. Проблемное обучение. [Текст] / М.И. Махмутов. - М.: Педагогика, 1975, - 351 с.- е.70-73.
11. Пидкасистый, П.И. Педагогика. Учебник-2-е изд-е. [Текст] / П.И. Пидкасистый. - М.: Российское педагогическое агентство. - 1996. – 600 с.
12. Подласый, И.П. Педагогика [Текст] / Подласый И.П. - М.: Педагогика, 1996. - 507 с. - С.169.
13. Советский энциклопедический словарь [Текст]; под гл. ред. А. М. Прохоров. - М.: Советская энциклопедия, 1988. - 1600 с.
14. Халиков, Г.А. Диверсификационные системы подготовки физиков в современных условиях. [Текст] / Г.А. Халиков // Высшее образование в России. - 1993. - М.№9.

#### **Брезгин Юрий Игоревич**

Мценский филиал ГОУ ВПО «ОрелГТУ», г. Мценск  
Кандидат технических наук, доцент, академик МАНЭБ  
Тел.: +7 (48646) 2-06-41