

# ВЫСОКИЕ ТЕХНОЛОГИИ В СТРОИТЕЛЬНОМ КОМПЛЕКСЕ

Научно-технический журнал

№1 2024



УПРАВЛЕНИЕ ПРОИЗВОДСТВОМ

ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИЕ ТЕХНОЛОГИИ

СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ И ИЗДЕЛИЯ

АРХИТЕКТУРА ЗДАНИЙ И ГРАДОСТРОИТЕЛЬСТВО

ВОДОСНАБЖЕНИЕ, ВОДООТВЕДЕНИЕ, ТЕПЛОСНАБЖЕНИЕ И ВЕНТИЛЯЦИЯ

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ СТРОИТЕЛЬНОГО И ДОРОЖНОГО КОМПЛЕКСА

МЕХАНИЗАЦИЯ СТРОИТЕЛЬСТВА, СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАШИНЫ И МЕХАНИЗМЫ

СТРОИТЕЛЬНЫЕ КОНСТРУКЦИИ, ЗДАНИЯ И СООРУЖЕНИЯ, ОСНОВАНИЯ И ФУНДАМЕНТЫ

БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ В ЭКОЛОГИЧЕСКИ НЕБЛАГОПРИЯТНЫХ УСЛОВИЯХ

ФИЗИЧЕСКИЕ И ХИМИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ В РАЗЛИЧНЫХ СРЕДАХ, МАТЕРИАЛАХ И ИЗДЕЛИЯХ

## Научно-технический журнал

### ВЫСОКИЕ ТЕХНОЛОГИИ В СТРОИТЕЛЬНОМ КОМПЛЕКСЕ

ISSN 2618-9054

Журнал издается с 2010 года

Учредитель и издатель: Воронежский государственный технический университет (ВГТУ)

Территория распространения – Российская Федерация

Тип издания – **Online** – [www.ttmko.ru](http://www.ttmko.ru)

Журнал публикует материалы по следующим разделам:

- **УПРАВЛЕНИЕ ПРОИЗВОДСТВОМ**
- **ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИЕ ТЕХНОЛОГИИ**
- **СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ И ИЗДЕЛИЯ**
- **АРХИТЕКТУРА ЗДАНИЙ И ГРАДОСТРОИТЕЛЬСТВО**
- **ВОДОСНАБЖЕНИЕ, ВОДООТВЕДЕНИЕ, ТЕПЛОСНАБЖЕНИЕ И ВЕНТИЛЯЦИЯ**
- **ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ СТРОИТЕЛЬНОГО И ДОРОЖНОГО КОМПЛЕКСА**
- **МЕХАНИЗАЦИЯ СТРОИТЕЛЬСТВА, СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАШИНЫ И МЕХАНИЗМЫ**
- **СТРОИТЕЛЬНЫЕ КОНСТРУКЦИИ, ЗДАНИЯ И СООРУЖЕНИЯ, ОСНОВАНИЯ И ФУНДАМЕНТЫ**
- **БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ В ЭКОЛОГИЧЕСКИ НЕБЛАГОПРИЯТНЫХ УСЛОВИЯХ**
- **ФИЗИЧЕСКИЕ И ХИМИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ В РАЗЛИЧНЫХ СРЕДАХ, МАТЕРИАЛАХ И ИЗДЕЛИЯХ**

Материалы журнала публикуются в авторской редакции и регистрируются в Российском индексе научного цитирования

Ответственность за достоверность опубликованных в статьях сведений несут авторы

Перепечатка материалов журнала допускается только с разрешения редакции

Научно-технический журнал «Высокие технологии в строительном комплексе» выходит 2 раза в год (май, декабрь)

Научно-технический журнал. Высокие технологии в строительном комплексе, все права защищены

# **Scientific-and-Technical Journal**

## **HIGH TECHNOLOGIES IN CONSTRUCTION COMPLEX**

**ISSN 2618-9054**

The Journal has been published since 2010

Founder and publisher: Voronezh State Technical University (VSTU)

Territory of distribution - the Russian Federation

Type of publication – **Online** – [www.ttmko.ru](http://www.ttmko.ru)

The journal publishes materials on the followingsubjects:

- **PRODUCTION MANAGEMENT**
- **ENERGY SAVING TECHNOLOGIES**
- **BUILDING MATERIALS AND PRODUCTS**
- **ARCHITECTURE OF BUILDINGS AND URBAN PLANNING**
- **WATER SUPPLY, WATER DRAINING, HEAT SUPPLY AND VENTILATION**
- **ECOLOGICAL PROBLEMS OF THE CONSTRUCTION AND ROAD COMPLEX**
- **MECHANIZATION OF CONSTRUCTION, BUILDING MACHINES AND MECHANISMS**
- **BUILDING CONSTRUCTIONS, BUILDINGS AND STRUCTURES, BASISES AND FOUNDATIONS**
- **LIFE SAFETY IN ENVIRONMENTALLY ADVERSE CONDITIONS**
- **PHISICALAND CHEMICAL PROCESSESIN ENVIROMENTS, MATERIALS AND PRODUCTS**

The Journal materials are published in the author's edition and registered  
in the Russian scientific citation index

Responsibility for the reliability of the information published in the papers is on the authors

Reprinting of Journal materials is allowed only with the permission of the editorial staff

Scientific-and-Technical Journal «High Technologies in Construction Complex» is published twice a year (May, December)

Scientific-and-Technical Journal. High Technologies in Construction complex. All rights reserved

## **Научно-технический журнал**

### **ВЫСОКИЕ ТЕХНОЛОГИИ В СТРОИТЕЛЬНОМ КОМПЛЕКСЕ**

Главный редактор – д-р техн. наук, проф. В.А. Жулай  
Зам. главного редактора – д-р техн. наук, проф. Ю.Ф. Устинов  
Ответственный секретарь – канд. техн. наук., доц. А.Н. Щиенко

#### **РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ**

Д-р техн. наук, проф. В.П. Подольский (г. Воронеж, ВГТУ); д-р техн. наук, проф. Т.В. Самодурова (г. Воронеж, ВГТУ); канд. техн. наук., доц. Н.М. Волков (г. Воронеж, ВГТУ); д-р техн. наук, проф. О.И. Поливаев (г. Воронеж, ВГАУ); канд. техн. наук., проф. Ю.М. Пурусов (г. Воронеж, ВУНЦ ВВС «ВВА им. проф. Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина»); д-р техн. наук, проф. В.А. Зорин (г. Москва, МАДИ); д-р техн. наук, проф. А.А. Романович (г. Белгород, БГТУ); д-р техн. наук, проф. Б.А. Бондарев (г. Липецк, ЛГТУ)

АДРЕС РЕДАКЦИИ: 394006, г. Воронеж, ул. 20-летия Октября, 84.  
Тел.: +7(473) 277-01-29, E-mail: [stim@vgasu.vrn.ru](mailto:stim@vgasu.vrn.ru)

© Воронежский  
государственный  
технический  
университет, 2024

**В данном выпуске опубликованы материалы  
27-й ВСЕРОССИЙСКОЙ С МЕЖДУНАРОДНЫМ УЧАСТИЕМ  
НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ  
«ВЫСОКИЕ ТЕХНОЛОГИИ. ЭКОЛОГИЯ»**

**СОДЕРЖАНИЕ**

**УПРАВЛЕНИЕ ПРОИЗВОДСТВОМ**

<b>Еремин А.В., Волокитина О.А., Абрамов Ф.М., Корнилов Е.В.</b> Извлечение информации из BIM моделей при помощи методов визуального программирования.....	7
<b>Еремин А.В., Седова А.В., Абрамов Ф.М., Корнилов Е.В.</b> Общие сведения о применении визуального проектирования при BIM проектировании.....	12
<b>Жилин Р.А., Абдуллоев Н.Т.</b> Перспективы профессии механика.....	15
<b>Стеганцов Н.О., Лобков В.А., Жилин Р.А.</b> Проблемы современного автомобилестроения....	19
<b>Тарасов Е.А., Никитин С.А., Щиенко А.Н., Анохин Н.С., Бизяева П.Ю., Москалев С.С.</b> Автотехническая экспертиза, как эффективный способ в борьбе со страховым мошенничеством.....	23
<b>Тарасов Е.А., Тарасова Е.В., Щиенко А.Н., Губин Е.И., Перфильев А.А., Романенко Р.К.</b> Существенные моменты анализа ДТП с участием интеллектуальных транспортных средств .....	26
<b>Тарасов Е.А., Щиенко А.Н., Верютин Р.Ю., Четвериков С.А., Жилкин О.А.</b> Ключевые вопросы интеллектуального расследования дорожно-транспортных происшествий .....	31
<b>Тарасов Е.А., Щиенко А.Н., Малыхин М.Р., Орлов Ю., Филонов А.Е.</b> Нюансы производства автотехнической экспертизы по ДТП.....	38

**ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИЕ ТЕХНОЛОГИИ**

<b>Варакин Д.А., Зорин В.А., Нефёлов И.С.</b> Влияние параметров программ-слайсеров на качество деталей машин, изготовленных с помощью аддитивных технологий.....	42
<b>Лобков В.А., Гетман А.И., Долгих М.А., Степанов М.В., Куликов В.В., Волков Н.М.</b> Исследование применения современных тестеров аккумуляторных батарей при обслуживании аккумуляторов различных типов .....	48

**СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ И ИЗДЕЛИЯ**

<b>Волков И.Н., Волков Н.М.</b> Автоматизация изготовления асфальтобетонных смесей.....	52
<b>Панкратов С.Д., Семенова Э.Е.</b> Исследование теплоизоляционных материалов при проектировании детских дошкольных учреждений.....	56
<b>Рузанкин П.А.</b> Испытание полимерного ремонтного бандажа для ремонта рукава высокого давления .....	61

## АРХИТЕКТУРА ЗДАНИЙ И ГРАДОСТРОИТЕЛЬСТВО

<b>Камышникова С.А., Семенова Э.Е.</b> Влияние архитектурно-планировочных решений на энергоэффективность общественных зданий.....	64
---	----

## ВОДОСНАБЖЕНИЕ, ВОДООТВЕДЕНИЕ, ТЕПЛОСНАБЖЕНИЕ И ВЕНТИЛЯЦИЯ

<b>Пенчук В.А., Сидоров В.А.</b> Особенности восстановления водных объектов Донбасса .....	70
<b>Шульга А.И., Сушко Е.А.</b> Перспективы развития атомной энергетики.....	74

## МЕХАНИЗАЦИЯ СТРОИТЕЛЬСТВА, СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАШИНЫ И МЕХАНИЗМЫ

<b>Гетман А.И., Логунова Е.А., Андрейкин А.А.</b> Особенности конструкции и эксплуатации электрических грузовых автомобилей .....	80
<b>Дядюшкин В.А., Жилин Р.А.</b> Коробка переключения передач DSG. преимущества и недостатки .....	84
<b>Жулай В.А., Кожакин Е.В., Свеженцев Д.Я., Степанов М.В., Харченко П.М.</b> Современные конструкции механизмов поворота отвалов автогрейдеров .....	89
<b>Жулай В.А., Спасибухов Ю.Н., Щиенко А.Н., Ягодкин Е.А.</b> Анализ влияния характеристик дефектной карданной передачи на значение диагностического признака .....	94
<b>Жулай В.А., Тюнин В.Л., Бабкин Д.Д., Кулешов М.Р.</b> Способы контроля расхода топлива строительной и дорожной техникой.....	99
<b>Никитин С.А., Даньшин Н.А., Немцев Д.Н., Звездун А.В.</b> Применение метода конечных элементов при анализе быстропеременных процессов .....	103
<b>Нилов В.А., Песоцкий Д.С., Кондауров Н.С.</b> Исследование напряженно-деформированного состояния металлоконструкции рукояти гидравлического экскаватора-погрузчика.....	109
<b>Нилов В.А., Федоров Е.В., Мальцев А.И.</b> Обоснование применения ножевой системы скрепера косого резания .....	113
<b>Щербинин В.В., Чуев А.А., Жилин Р.А.</b> Тенденция развития автомобилестроения.....	117

## СТРОИТЕЛЬНЫЕ КОНСТРУКЦИИ, ЗДАНИЯ И СООРУЖЕНИЯ, ОСНОВАНИЯ И ФУНДАМЕНТЫ

<b>Горбуркова А.Д., Семенова Э.Е.</b> Техничко-экономический анализ конструктивных решений малоэтажных жилых зданий с целью повышения энергоэффективности .....	121
<b>Емцова Т.А., Мерщев А.А.</b> Анализ проектных решений по реконструкции здания школы для маломобильных групп населения .....	126
<b>Жабцев А.В., Строкін А.С., Матвиенко Ф.В.</b> Повышения устойчивости асфальтобетонного покрытия к образованию колеи на автодорожных мостах с железобетонной плитой проезжей части .....	132
<b>Лобанов Д.В., Мерщев А.А., Глушков А.Ю.</b> Техническое обследование здания производственного назначения с решениями по модернизации инженерных систем .....	137

**БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ  
В ЭКОЛОГИЧЕСКИ НЕБЛАГОПРИЯТНЫХ УСЛОВИЯХ**

<b>Тарасов Е.А., Дегтев Д.Н., Щиенко А.Н., Макаровская А.Р., Подмарькова С.С., Степанова Е.В.</b> О взаимосвязи механизма ДТП и дорожной обстановки.....	146
<b>Устинов Ю.Ф., Ульянов А.В., Овчинников И.О., Сметанин М.И., Цыплаков С.В.</b> Снижение негативного воздействия вибрации и шума на систему человек-машина-среда.....	156

**ФИЗИЧЕСКИЕ И ХИМИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ  
В РАЗЛИЧНЫХ СРЕДАХ, МАТЕРИАЛАХ И ИЗДЕЛИЯХ**

<b>Китаев Д.Н.</b> Зависимость теплоемкости газа от температуры в современных инженерных расчетах .....	166
<b>Кондауров Н.С., Песоцкий Д.С.</b> Измерение электромагнитного поля на разных режимах работы электромобиля.....	171

## УПРАВЛЕНИЕ ПРОИЗВОДСТВОМ

УДК 00.004

*Воронежский государственный  
технический университет*

*Канд. техн. наук, доцент*

*А.В. Еремин*

*Россия, г. Воронеж,*

*тел. +7-910-346-95-87*

*e-mail: bora.av@mail.ru*

*Воронежский государственный  
технический университет*

*Канд. техн. наук, доцент*

*О.А. Волокитина*

*Россия, г. Воронеж, тел.*

*тел. +7-910-349-72-56*

*e-mail: dixi.o@mail.ru*

*Воронежский государственный  
технический университет*

*Студент 5 курса Дорожно-транспортного  
факультета .Ф.М. Абрамов*

*Россия, г. Воронеж, тел. +7(950) 754-81-44*

*e-mail: fabramov2001@mail.ru*

*Воронежский государственный  
технический университет*

*Студент 5 курса Дорожно-транспортного  
факультета Е.В. Корнилов*

*Россия, г. Воронеж, тел. +7(919) 247-75-25*

*e-mail: jenya8885@gmail.com*

*Voronezh State*

*Technical University*

*Cand. Of Tech. Science, Associate prof.*

*A.V. Eremin*

*Russia, Voronezh,*

*tel. +7-910-346-95-87*

*e-mail: bora.av@mail.ru*

*Voronezh State*

*Technical University*

*Cand. of Tech. Science, Associate prof.*

*O.A. Volokitina*

*Russia, Voronezh,*

*tel. +7-910-349-72-56*

*e-mail: dixi.o@mail.ru*

*Voronezh State*

*Technical University*

*Fifth year student of the Faculty of Roads  
and Transport F.M. Abramov*

*Russia, Voronezh, tel. +7(950) 754-81-44*

*e-mail: fabramov2001@mail.ru*

*Voronezh State*

*Technical University*

*Fifth year student of the Faculty of Roads  
and Transport E.V. Kornilov*

*Russia, Voronezh, tel. +7(919) 247-75-25*

*e-mail: jenya8885@gmail.com*

А.В. Еремин, О.А. Волокитина, Ф.М. Абрамов, Е.В. Корнилов

### ИЗВЛЕЧЕНИЕ ИНФОРМАЦИИ ИЗ BIM МОДЕЛЕЙ ПРИ ПОМОЩИ МЕТОДОВ ВИЗУАЛЬНОГО ПРОГРАММИРОВАНИЯ

В статье рассматриваются распространенные языки запросов для обработки информации в области BIM-проектирования.

**Ключевые слова:** языки программирования, визуальное программирование, языки визуального программирования, информационное моделирование, QL4BIM, визуальная проверка кода (VCCL), BIM-технологии, стандарт IFC.

A.V. Eremin, O.A. Volokitina, F.M. Abramov, E.V. Kornilov

### EXTRACTING INFORMATION FROM BIM MODELS USING VISUAL PROGRAMMING TECHNIQUES

The article discusses common query languages for information processing in the field of BIM design.

**Keywords:** programming languages, visual programming, visual programming languages (VPL), QL4BIM, Visual Code Checking Language (VCCL), information modeling, BIM technologies, IFC standard.

В статье представлены два варианта VPLS. Каждый из этих языков ориентирован на различные области применения в строительной отрасли.

Первым представителем является визуальный вариант QL4BIM, который применим для общей фильтрации и обработки IFC. Для удовлетворения индивидуальных требований проверки соответствия кода был разработан Visual Code Checking Language (VCCL) - визуальный язык, который подходит для перевода содержания руководств и стандартов в цифровой формат.

Текстовые и визуальные обозначения QL4BIM основаны на одной и той же грамматической основе. Запрос - это последовательность инструкций. Каждый оператор присваивает переменную результату операции. Переменные вводятся в виде наборов и отношений сущностей IFC. Каждая операция состоит из оператора и передачи параметров. Если в качестве параметров используются переменные, они представляют текущий пул данных, с которым выполняется операция.

Ниже показана центральная часть грамматики языка в расширенной форме Бэкуса-Наура (EBNF):  
 QL4BIM ::= statement\* definition\* statement ::= variable '=' operation  
 operation ::= operator '(' argument (',' argument)\* ')' operator ::= [A-Z] (a-zA-Z0-9)\*  
 argument ::= variable | constant | predicate | externalLiteral  
 variable ::= literal | complexLiteral  
 literal ::= [a-z] (a-zA-Z0-9)\*  
 complexLiteral ::= literal ('-' literal)+  
 onstant ::= number | float | string /\* 10 additional productions \*/

Для QL4BIM производства и терминалов сопоставляются с соответствующими визуальными элементами. На рис.1 приведены наиболее важные пункты.

Production	Visual	Production	Visual
operator	{[A-Z] (a-zA-Z0-9)*}	literal	[a-z] (a-zA-Z0-9)*
comlexLiteral	{literal} {literal}	string	{^"}*

Рис. 1. Присвоение грамматических элементов визуальным представлениям

Примеры запросов в QL4BIM показаны на рис. 1 и 2. Поскольку QL4BIM использует тот же набор операторов, что и tQL4BIM, может быть реализован пространственный запрос 3 (рис. 3). Примеры запросов в QL4BIM показаны на рис. 2 и рис. 3.

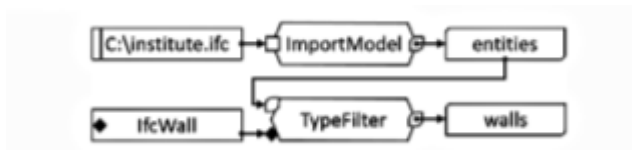


Рис. 2. Пример запроса 1 (стены) в QL4BIM

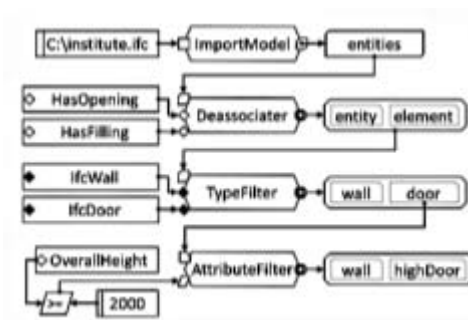


Рис. 3. Пример запроса 2 (пары стена-дверь) в QL4BIM

Поскольку QL4BIM использует тот же набор операторов, что и tQL4BIM, может быть реализован пространственный запрос 3 (рис. 4).

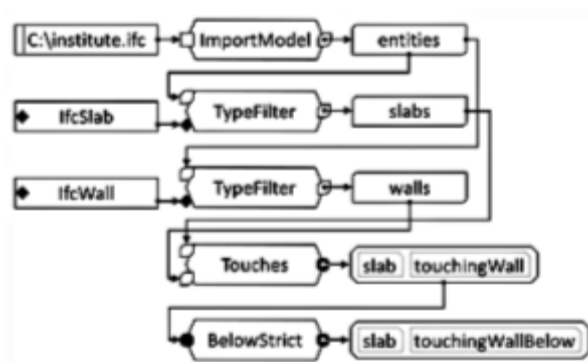


Рис. 4. Пример запроса 3 (пространственные пары стена-потолок) в QL4BIM

Рассмотрим визуальную проверку соответствия кода VCCLK. К заданию предъявляется ряд требований, которые необходимо учитывать, как на этапе проектирования, так и на этапе строительства. Эти требования определяют основные функции и показатели безопасности создаваемого изделия. Применимые положения и норматив изложены в международных, национальных и региональных стандартах и руководствах. Их соответствие требованиям, касающимся проектной планировки здания, должно постоянно проверяться консультантами по планированию, а также сотрудниками строительных служб.

Язык визуальной проверки кода (VCCL) - это специфичный для предметной области язык программирования, предназначенный для формулирования процедур проверки и верификации, которые содержатся в таких стандартах или руководствах. Основанный на цифровой информации о здании, VCCL предназначен для выполнения проверок соответствия требованиям в полуавтоматическом или даже полностью автоматизированном режиме, чтобы значительно повысить эффективность и качество всего процесса. Однако следует отметить, что данная область применения подразумевает особые требования к дизайну VCCL.

Как и языки запросов, рассмотренные выше, VCCL также предоставляет функциональные возможности для извлечения информации из модели здания. Кроме того, данные должны быть предварительно обработаны в соответствии с требованиями рассматриваемого регламента. Кроме того, должны быть представлены правила регламента. По этой причине для VCCL было введено несколько операторов и методов, которые отличают визуальный язык от других представителей VPL. Для описания информационных процессов VCCL предоставляет необходимые элементы: методы (узлы прямоугольной формы), представляющие четко определенные операции, порты (круги ввода и вывода, образующие часть форм метода), представляющие тип входящих и исходящих данных, и направленные ребра, которые соединяют методы путем связывания портов.

В качестве отправной точки пользователю предоставляются базовые методы, которые он может использовать для создания программ на VCCL. Представленные базовые методы описывают фундаментальные операции, семантика которых однозначно определена. Эти методы называются атомарными, поскольку их реализация скрыта от пользователя и реализуется стандартными языками программирования. Атомарные методы включают, среди прочего, математические операторы, геометрические операторы, операторы реляционной алгебры и операторы доступа для извлечения информации из моделей построения.

Поскольку в данной статье основное внимание уделяется области поиска данных, ниже подробно описаны не все операторы, которые могут быть использованы для представления знаний о правилах.

Математическая концепция реляционной алгебры оказалась чрезвычайно полезной в контексте проверки соответствия алгоритмического кода. На данный момент реляционные операторы являются ценным инструментом, поскольку они позволяют обрабатывать взаимосвязанные элементы из разных наборов объектов.

VCCL интегрирует возможность работы со связями, предоставляя фундаментальный тип данных Relation и предоставляя операторы реляционной алгебры в качестве выделенных операторных узлов VCCL. В этом отношении следует отметить, что, в отличие от SQL, который является декларативным языком, реализующим реляционную алгебру, VCCL обеспечивает императивную реализацию реляционной алгебры, т.е. операторы применяются процедурным образом. Это, однако, несколько не ограничивает применимость реляционной алгебры.

Основная цель интеграции реляционных операторов в среду визуальной проверки кода состоит в том, чтобы пользователи могли использовать эти операторы для обработки информации в соответствии со своими требованиями и, таким образом, также для их проверки.

Различные методы VCCL выдают реляционные выходные результаты. Обычно такое отношение создается по крайней мере из двух входных объектов путем проверки соответствия заданным критериям элементов этих входных наборов. Если критерии выполнены, элементы имеют связь и добавляются к связи в виде n-кортежей (пара, тройка и т.д.). Необходимые процессы проверки такого метода должны быть реализованы с использованием специального алгоритма, который обычно формулируется с использованием текстовых обозначений. На следующих рис. 5, рис. 6 и рис. 7 показаны переводы примеров запросов на VCCL.

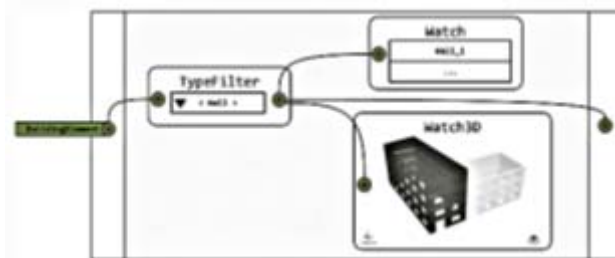


Рис. 4. Закодированный пример запроса 1 (стены) в виде графика VCCL

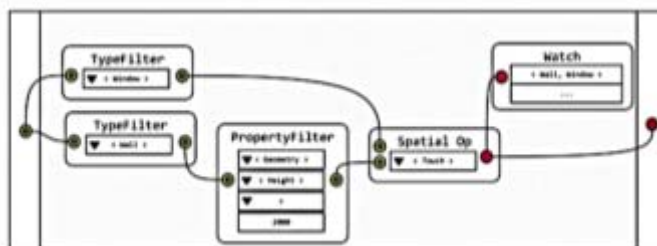


Рис. 5. Закодированный пример запроса 2 (пары стена-дверь) в виде графика VCCL

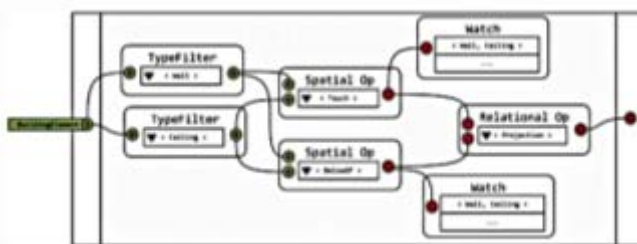


Рис. 6. Закодированный пример запроса 3 (пространственные пары стена-потолок) в виде графика VCCL

Показанные примеры запросов, переведенных с помощью VCCL, являются модульными как системы, что означает, что у них есть четкая начальная и конечная точки. Поскольку график VCCL состоит из отдельных методов и инструкций, пользователь может получить представление о любом промежуточном шаге, который представлен показанными вспомогательными узлами, визуализирующими геометрические или текстовые промежуточные результаты.

#### Библиографический список

1. [Электронный ресурс] - <http://www.buildingsmart-tech.org/specifications/ifcxml-releases>.

#### References

1. [Electronic resource] - <http://www.buildingsmart-tech.org/specifications/ifcxml-releases>.

УДК 00.004

*Воронежский государственный  
технический университет*

*Канд. техн. наук, доцент*

*А.В. Еремин*

*Россия, г. Воронеж,*

*тел. +7-910-346-95-87*

*e-mail: bora.av@mail.ru*

*Воронежский государственный  
технический университет*

*Студент 2 курса магистратуры*

*Дорожно-транспортного факультета,*

*А.В. Седова*

*Россия, г. Воронеж,*

*тел. +7 (904) 212-18-21*

*e-mail: nasya.v@mail.ru*

*Воронежский государственный  
технический университет*

*Студент 5 курса Дорожно-транспортного  
факультета, Ф.М. Абрамов*

*Россия, г. Воронеж,*

*тел. +7(950) 754-81-44*

*e-mail: fabramov2001@mail.ru*

*Воронежский государственный  
технический университет*

*Студент 5 курса Дорожно-транспортного  
факультета Е.В. Корнилов*

*Россия, г. Воронеж, тел. +7(919) 247-75-25*

*e-mail: jenya8885@gmail.com*

*Voronezh State*

*Technical University*

*Cand. Of Tech. Science, Associate prof.*

*A.V. Eremin*

*Russia, Voronezh,*

*tel. +7-910-346-95-87*

*e-mail: bora.av@mail.ru*

*Voronezh State  
Technical University*

*Second year Master's student of the Faculty  
of Road Transport,*

*A.V. Sedova*

*Russia, Voronezh,*

*tel. +7(904) 212-18-21*

*e-mail: nasya.v@mail.ru*

*Voronezh State  
Technical University*

*Fifth year student of the Faculty of Roads and  
Transport F.M. Abramov*

*Russia, Voronezh,*

*tel. +7(950) 754-81-44*

*e-mail: fabramov2001@mail.ru*

*Voronezh State  
Technical University*

*Fifth year student of the Faculty of Roads and  
Transport E.V. Kornilov*

*Russia, Voronezh, tel. +7(919) 247-75-25*

*e-mail: jenya8885@gmail.com*

А.В. Еремин, А.В. Седова, Ф.М. Абрамов, Е.В. Корнилов

## **ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О ПРИМЕНЕНИИ ВИЗУАЛЬНОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ ПРИ ВІМ ПРОЕКТИРОВАНИИ**

В статье описаны способы применения языков визуального программирования в области информационного моделирования.

**Ключевые слова:** языки программирования, визуальное программирование, языки визуального программирования, информационное моделирование, ВІМ-технологии, стандарт IFC.

A.V. Eremin, A.V. Sedova, F.M. Abramov, E.V. Kornilov

## **GENERAL INFORMATION ABOUT THE APPLICATION OF VISUAL DESIGN IN BIM DESIGN**

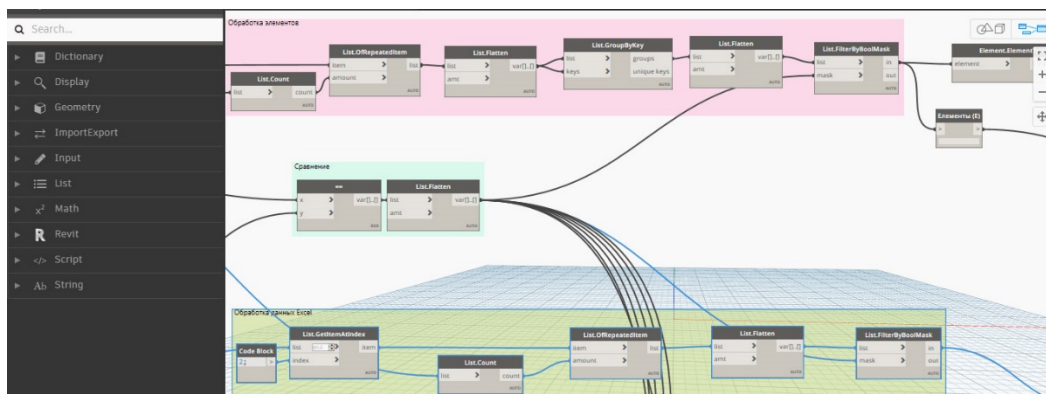
The article describes the ways of using visual programming languages in the field of information modeling.

**Keywords:** programming languages, visual programming, visual programming languages (VPL), information modeling, BIM technologies, IFC standard.

Визуальный язык определяется как формальный язык с визуальным синтаксисом и семантикой. Он описывает систему знаков и правил на синтаксическом и семантическом уровне с помощью визуальных элементов, которые более понятны для не профессиональные программисты. Языки визуального программирования часто называют потоковыми, поскольку они представляют сложные структуры в виде потока информации.

Как правило, пользовательский интерфейс приложений на визуальном языке содержит холст, который служит базовой рабочей областью, и библиотеку отдельных компонентов (узлов).

Узлы размещаются на территории рабочей области, упорядочиваются и соединяются друг с другом так называемыми ребрами или проводами [1] (см. рис.).



**Рис.** Среда визуального языка программирования:

Библиотека, содержащая доступные для использования элементы (ноды), и холст рабочей области. В качестве примера показан интерфейс Autodesk Dynamo

Результирующая система может быть сохранена в виде графической системы и передана другим участникам проекта или соответствующим образом задокументирована.

Существенной отличительной характеристикой между различными языками визуального программирования является уровень детализации. Эта степень детализации описывает, насколько точно разрешены отдельные функциональные возможности, т.е. полностью ли инкапсулированы функции внутри узла или каждый подэтап доступен и виден как отдельный узел. Инкапсуляция (низкая степень детализации) сокращает количество элементов, присутствующих в рабочей области, и способствует ясности, управляемости и понятности всей системы в целом. На другом конце шкалы (тонкая детализация) результирующий холст - это более подробное представление информационного процесса, в котором пользователь может получить доступ к каждому отдельному шагу и адаптировать его по мере необходимости.

Визуальные языки программирования вызывают споры, особенно среди программистов. Наиболее часто заявляемым недостатком является то, что программы, созданные с помощью VPL, редко отвечают высоким требованиям профессиональной среды программирования.

Кроме того, более сложные ситуации, такие как рекурсия, часто не могут быть реализованы или их трудно понять. Распространенным аргументом является то, что пользователи, разрабатывающие процесс с использованием визуального языка, должны также уметь описывать информационный процесс с помощью обычного текстового языка программирования.

С другой стороны, VPLS более удобны в использовании и облегчают неопытным пользователям начало работы с программированием. Благодаря абстрактному представлению его легче понять людям, не имеющим знаний в области программирования, и, следовательно, быстрее достигать результатов. Изображения могут передавать идеи проще и яснее и помо-

гают визуальному пониманию и запоминанию, не в последнюю очередь потому, что отсутствуют языковые барьеры.

В цифровом строительстве VPLS в основном используются в двух областях применения:

- для генерации геометрической и семантической информации
- для проверки или запроса информации о существующих моделях.

В некоторых приложениях и средах, основанных на VPL, границы между ними размыты, и четкая классификация не всегда возможна. Большинство сред визуального программирования предоставляют разработчикам возможность расширять библиотеки своими собственными функциями для расширения профессиональной функциональности или область применения.

В таблице представлен список распространенных языков визуального программирования, применяемых при информационном проектировании и их возможность поддержки распространенных форматов [1].

Таблица

Обзор общих библиотек STEP/IFC

	Язык	Лицензия	STEP	IFC	Визуализация
IfcPlusPlus	C++	MIT	-	+	+
IfcOpenShell	C++/Python	OSGPL	-	+	+
JSDAI	Java	AGPL v3	+	-	-
xBIM Toolkit	C++	CDDL	-	+	+
IFC Tools Project	Java/C#	CC BY-NC 4.0 DE	+	+	+
IFC Engine	C++/C#	собственный	+	+	
STEPcode	C++/Python	BSD	+	+	-
ifc-dotnet	C#	BSD	-	+	-

### Выводы

Исходя из вышенаписанной информации, можно говорить о том, что визуальное программирование в настоящее время позволяет значительно облегчить многие задачи при создании и использовании BIM моделей зданий и сооружений, за счет поддержки большинства применяемых в настоящее время языков классического программирования. Кроме этого, является этапом, облегчающим обучению специалистов текстовому программированию.

### Библиографический список

1. Эл А. Боррманн, М. Кениг., С. Кох, Информационное моделирование зданий – Основы технологий и отраслевая практика, изд. Springer, 2018.

### References

1. Borrmann, A.; König, M.; Koch, C, Building Information Modeling - Technology Foundations and Industry Practice, Springer, 2018.

*Воронежский государственный  
технический университет  
Канд. техн. наук, доц. кафедры  
строительной техники и инженерной  
механики имени профессора Н.А. Ульянова  
Р.А. Жилин  
Россия, г. Воронеж, тел. +7(473) 271-59-18  
e-mail: zhilinra@yandex.ru  
Студенты дорожно-транспортного  
факультета Н.Т. Абдуллоев  
Россия, г. Воронеж  
e-mail: nematjon.dev.93@gmail.com*

*Voronezh State  
Technical University  
D.Sc.(Engineerin), Associate prof. of the chair  
construction machinery and engineering  
mechanics of a name of professor N.A.  
Ulyanov R.A. Zhilin  
Russia, Voronezh, tel. +7(473) 271-59-18  
e-mail: zhilinra@yandex.ru  
Students of the Road and Transport  
Faculty N.T. Abdulloev  
Russia, Voronezh  
e-mail: nematjon.dev.93@gmail.com*

Р.А. Жилин, Н.Т. Абдуллоев

### **ПЕРСПЕКТИВЫ ПРОФЕССИИ МЕХАНИКА**

В статье рассмотрены перспективы профессии механика. Изложены основные направления деятельности в строительстве, эксплуатации зданий и сооружений, сельскохозяйственном и жилищном секторах, в сфере обслуживания и мониторинга технических систем. Плюсы и минуса профессии механика. Востребованность и важность данной профессии для экономики и развития многих передовых технологических направлений.

**Ключевые слова:** профессия механика, перспективы профессии механика, строительство зданий и сооружений, технологическое оборудование, рынок труда.

R.A. Zhilin, N.T. Abdulloev

### **PROSPETS FOR THE PROFESSION OF MECHANICS**

The article discusses the prospects for the mechanic profession/ The main directions of activity in construction, operation of buildings and structures, agricultural and housing sectors, in the field of maintenance and monitoring of technical systems are outlined. Pros and cons of being a mechanic. The demand and importance of this profession for the economy and the development of many advanced technological areas.

**Keywords:** profession of mechanics, prospects for the mechanic profession, construction of building and structures, technological equipment, labor market.

Механик – это специалисты, которые занимаются различными аспектами механической техники и оборудования. Они могут участвовать в проектировании, выполнять монтаж, наладку, обслуживание и ремонт различных механических устройств, оборудования и систем. Механик может работать в разных отраслях строительства, промышленности, транспорта, сельского хозяйства, энергетики и других. Он может иметь разные специализации в зависимости от типа механических устройств и систем, с которыми он работает. [1]

Профессия механика подойдет тем, кто интересуется механикой, физикой и техникой, кто любит работать руками и головой, кто способен анализировать и решать сложные задачи, кто ответственно и аккуратно относится к своей работе. [2] Механик может начинать свою карьеру с должности младшего или помощника механика. По мере накопления опыта и повышения квалификации он может переходить на более высокие должности, такие как старший или ведущий механик, руководитель механического цеха или отдела. Также механик может специализироваться в определенной области механики или расширять свои компетенции в смежных сферах.



**Рис. 1.** Процесс работы механика в строительстве

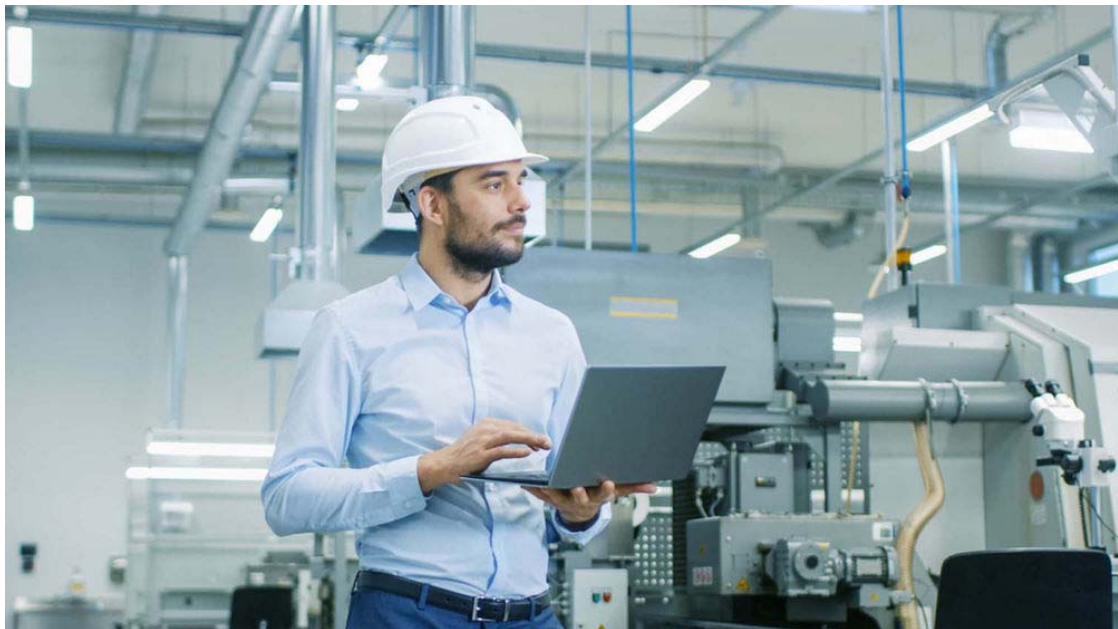
Профессия механика имеет свои плюсы и минусы.

К плюсам можно отнести: стабильность и востребованность, технические специалисты востребованы на рынке труда. Существует постоянный спрос на профессионалов, которые могут обслуживать и ремонтировать механическое оборудование, возможность роста и развития, разнообразие работ. Вы будете работать с различными типами оборудования и систем, решать технические проблемы и выполнять ремонтные работы. Это может предоставить вам возможность столкнуться с новыми вызовами и развивать свои навыки.

Однако данная профессия также имеет свои сложности и риски. Высокие физические требования: Работа часто связана с физическими усилиями и может требовать подъема тяжестей, работы в неудобных позах или находиться в трудных условиях, например, на открытых строительных площадках или в неотапливаемых помещениях. Существуют риски травм и безопасности. Работа с механическим оборудованием может быть опасной, особенно если не соблюдаются правила безопасности. Существует риск получения травмы при работе с острыми или тяжелыми предметами, а также при работе с электричеством или высокими давлениями. В некоторых случаях работа механика может требовать наличия вахтового графика или готовности к работе в нерегулярное время, особенно если ремонт или обслуживание оборудования должны проводиться вне рабочих часов. [3]

Профессия механика имеет перспективы развития и роста в будущем. Это связано с тем, что механика продолжает развиваться и совершенствоваться, появляются новые виды и типы механических устройств и систем, которые требуют проектирования, монтажа, наладки, обслуживания и ремонта. Также профессия механика может адаптироваться к измене-

ниям в экономике и обществе, так как механическое оборудование необходимо в разных сферах деятельности. Новые технологии приносят значительные изменения во многие профессии, и профессия механика не исключение. Появление роботов и автоматизированных систем может привести к тому, что ряд рутинных функций, ранее выполняемых механиками, будут автоматизированы. [4] Это может уменьшить потребность в ручном труде на определенных этапах производственного процесса. С использованием цифровых технологий механики смогут создавать и анализировать модели машин и механизмов в виртуальной среде перед их производством или ремонтом. Расширенная реальность (AR) и виртуальная реальность (VR) могут быть использованы для обучения, диагностики неисправностей и помощи в сложных ремонтных работах. Интернет вещей (IoT) - устройства, оснащенные датчиками и средствами связи, будут предоставлять мгновенную информацию о состоянии оборудования. Это позволит механикам своевременно выявлять и устранять проблемы. Продвинутое оборудование может изменить методы и техники работы, которые механики применяют сегодня. Анализ больших объемов данных позволит предсказывать потребности в обслуживании и ремонте, оптимизировать рабочие процессы и повышать эффективность. Возможность дистанционного управления машинами и оборудованием может позволить механикам работать на расстоянии, осуществляя диагностику и управление в режиме реального времени.



**Рис. 2.** Инженер-механик и высокие технологии

Профессиональное развитие механика включает в себя приобретение новых знаний и навыков, постоянный мониторинг обновлений и изменений, а также участие в специализированных тренингах и курсах. Для того чтобы оставаться конкурентоспособными, механики должны постоянно улучшать свои технические навыки. Они должны быть в курсе последних технологий и инноваций, чтобы диагностировать и решать сложные проблемы. Это может включать обучение на специализированных курсах и участие в тренингах.

Также, современные экологические требования ставят перед механиками новые вызовы. Все больше механизмов переходит на экологически чистые и эффективные технологии, и механикам необходимо быть в курсе последних требований и стандартов. Вместе с тем, они также должны быть готовы к обслуживанию и ремонту старых механизмов, которые не отвечают современным экологическим стандартам. [4] Таким образом, механикам необходимо иметь глубокое понимание экологической и энергетической эффективности, чтобы находить

оптимальные решения для обслуживания и ремонта механизмов. Несмотря на то, что некоторые задачи могут быть автоматизированы, роль механиков останется важной, так как требуется человеческий опыт, интуиция и аналитические способности для решения нестандартных проблем.

Согласно сервису, Head Hunter свыше 3000 компаний разместили вакансии на должность механика. На момент 2023 года их заработная плата для молодых специалистов начинается от 50 тысяч рублей и может достигать до 80 тысяч рублей. [6]

#### Библиографический список

1. Р.А. Жилин Ю.Б. Рукин Основы теории механизмов и машин.
2. В.А. Муравьев Курсовое проектирование по теории механизмов и машин.
3. Профессия механик // <https://www.kp.ru/edu/rabota/professiya-mekhanik/>
4. Механик // [https://fulledu.ru/articles/480\\_mehanik.html](https://fulledu.ru/articles/480_mehanik.html)
5. Инженер-механик // [https://www.profguide.io/professions/injener\\_mehanik.html](https://www.profguide.io/professions/injener_mehanik.html)
6. Вакансия механика в строительстве // <https://hh.ru/>

#### References

1. R.A. Zhilin U.B. Rukin Fundamentals of the theory of mechanics and machines.
2. V.A. Muravev Course of design on the theory of mechanics and machines.
3. Profession of mechanics // <https://www.kp.ru/edu/rabota/professiya-mekhanik/>
4. The mechanic // [https://www.profguide.io/professions/injener\\_mehanik.html/](https://www.profguide.io/professions/injener_mehanik.html/).
5. Mechanical engineer // [https://fulledu.ru/articles/480\\_mehanik.html/](https://fulledu.ru/articles/480_mehanik.html/).
6. Vacancies of mechanics in construction // <https://hh.ru/>

УДК 629.33

*Воронежский государственный  
технический университет  
Студенты дорожно-транспортного  
факультета  
Н.О. Стеганцов  
e-mail: nikita.stegancovw@gmail.com  
В.А. Лобков  
e-mail: lobkov\_313.ru  
Канд. техн. наук, доц. кафедры  
строительной техники и инженерной  
механики имени профессора Н.А. Ульянова  
Р.А. Жилин  
Россия, г. Воронеж, тел. +7(473) 277-01-29  
e-mail: razhilin@yandex.ru*

*Voronezh State  
Technical University  
Students of the Faculty of Road Transport  
Faculty  
N.O. Stegantcov  
e-mail: nikita.stegancovw@gmail.com  
V.A. Lobkov  
e-mail: lobkov\_313.ru  
D.Sc.(Engineerin), Associate prof. of the chair  
construction machinery and engineering  
mechanics of a name of professor N.A.  
Ulyanov R.A. Zhilin  
Russia, Voronezh, tel. +7(473) 277-01-29  
e-mail: razhilin@yandex.ru*

Н.О. Стеганцов, В.А. Лобков, Р.А. Жилин

## **ПРОБЛЕМЫ СОВРЕМЕННОГО АВТОМОБИЛЕСТРОЕНИЯ**

Рассматривается анализ современного состояния автомобильной промышленности. Подготовлен структурный анализ научной литературы в сфере исследуемого вопроса.

**Ключевые слова:** автомобиль, качество, цена, экология.

N.O. Stegantsov, V.A. Lobkov, R.A. Zhilin

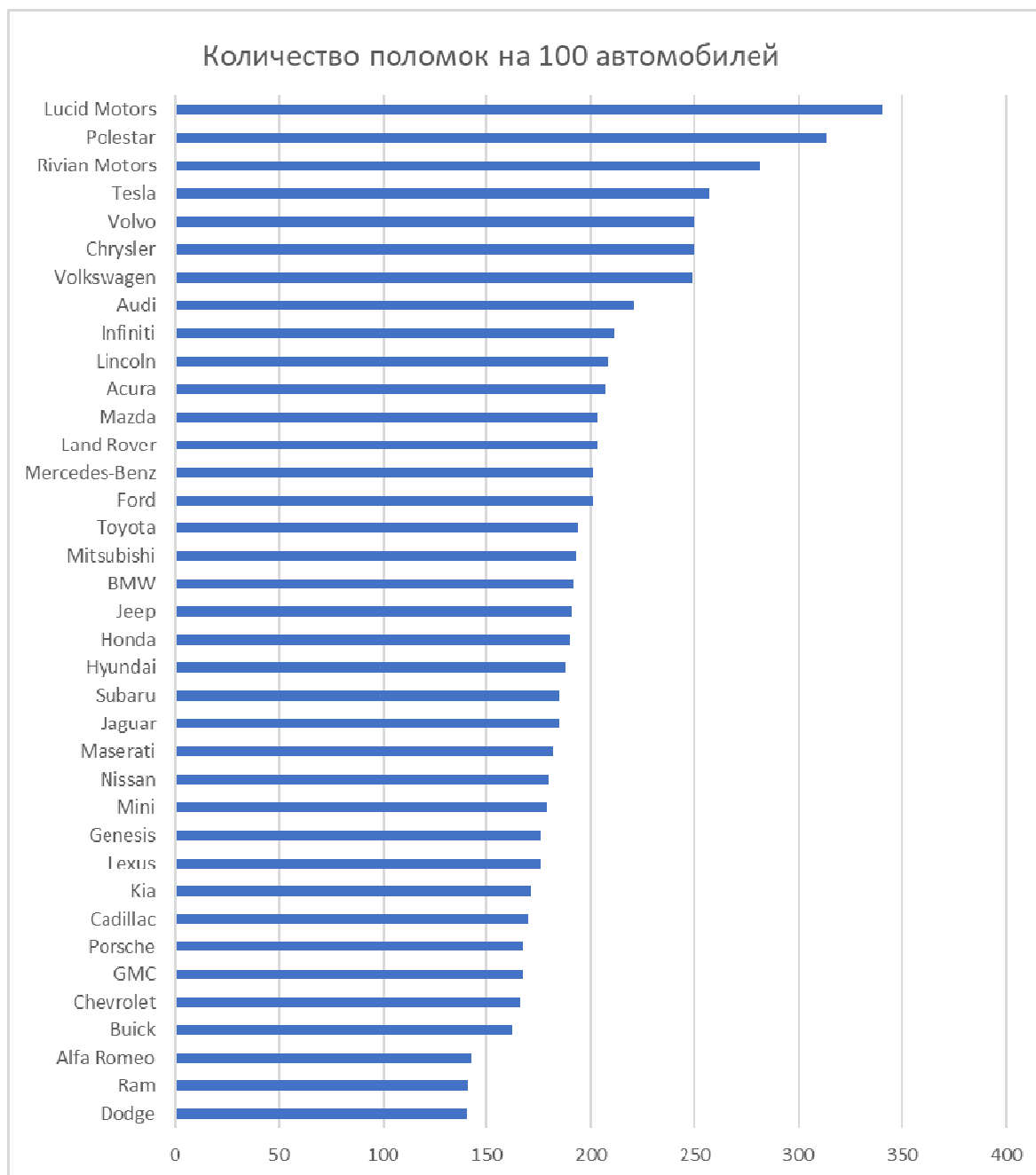
## **PROBLEMS OF THE MODERN AUTOMOTIVE INDUSTRY**

The analysis of the current state of the automotive industry is considered. A structural analysis of the scientific literature in the field of the issue under study has been prepared.

**Keywords:** car, quality, price, ecology.

Современное автомобилестроение переживает эпоху стремительного развития. То, что казалось фантастикой всего 10 лет назад, сейчас уже воплощается в жизнь не только в виде концептов, но и вполне реальных автомобилей, пригодных для использования на дорогах общего пользования. Однако, выдающиеся технологические успехи имеют и обратную сторону. Рассмотрим проблемы современного автомобилестроения подробнее.

И первое, с чего стоит начать – снижение качества автомобилей. Современный мир, вступивший в эпоху наращивания производственных мощностей, всё меньше заботится о качестве выпускаемой продукции во имя объёмов продаж. Чтобы убедиться в этом, обратим внимание на исследование американской компании J.D. Power, проведённое в 2023 году [1]. Суть исследования заключается в измерении количества сообщений потребителей о проблемах на 100 автомобилей за первые 90 дней владения в различных категориях. Примечательно, что в исследовании 2022 года был зафиксирован беспрецедентный рост проблем на 11% по сравнению с предыдущим годом, а в 2023 году количество проблем снова увеличилось почти на 7%. Подробнее с результатами исследований можно ознакомиться на следующем инфографике (Рис. 1).



**Рис. 1.** Сводные данные неисправностей различных марок автомобилей

Результаты весьма печальные: так, некогда славившиеся своей надёжностью автомобили марки Volvo в наши дни ломаются гораздо чаще, чем представители корейского автопрома. А у самых новых Polestar и Lucid Motors количество поломок и вовсе кажется зашкаливающим, если учесть, что в исследовании учитывается временной промежуток всего лишь 90 дней со дня покупки. Такой резкий скачок числа неисправностей исследователи связывают как раз с внедрением новых технологий, которые призваны облегчить жизнь водителю [2]. Однако на практике такие системы испытываются крайне плохо, что в конечном итоге приводит к недовольству потребителей. Данная проблема плавно перетекает в следующую – недоступность нового автомобиля для среднего класса.

В 2023 году одним из самых продаваемых новых автомобилей стал Haval Jolion (48 980 единиц). Это современный автомобиль, оснащённый двухзонным климат-контролем, адап-

тивным круиз-контролем, камерой кругового обзора и многим другим. Однако, и платить за комфорт придётся, так как все эти инновации стоят денег. Так, на следующей диаграмме можно отследить, какое количество средних зарплат (по регионам) необходимо, чтобы приобрести вышеуказанный автомобиль (Рис. 2).



Рис. 2. Средние затраты на приобретение автомобилей по регионам России

В приведённой выше диаграмме была взята усреднённая цена за новый автомобиль – 2300000 рублей. Это было сделано после тщательного изучения различных площадок по продаже новых автомобилей. Разумеется, на рынке всегда полно дешёвых и дорогих предложений, однако средняя цена видится наиболее универсальной мерой.

Таким образом, исходя из проведённого исследования, можно выделить несколько вещей. Во-первых, сложно представить, что условный гражданин способен ежемесячно откладывать всю зарплату на покупку автомобиля, однако это было сделано для наглядности. Во-вторых, даже с имеющимися данными понятно, что для огромного количества людей приобретение современного автомобиля становится весьма затруднительным предприятием.

Следующей проблемой, связанной с автомобилестроением, является экологическая проблема.

Дорожный транспорт является мощным источником загрязнения природной среды [4]. Из 35 млн. тонн вредных выбросов 89 % приходится на выбросы автомобильного транспорта и предприятий дорожно-строительного комплекса, так же транспорт является одним из основных источников шума в городах и вносит значительный вклад в тепловое загрязнение окружающей среды. Выбросы от автомобильного транспорта в России составляют около 22 млн тонн в год, отработанные газы двигателей внутреннего сгорания содержат более 200 наименований вредных веществ, в т.ч. канцерогенных. Нефтепродукты, продукты износа шин и тормозных колодок, сыпучие и пылящие грузы, хлориды, используемые в качестве антиобледенителей дорожных покрытий, загрязняют придорожные полосы и водные объекты. При работе автомобильного двигателя в атмосферу выбрасываются газы, содержащие множество различных веществ, в том числе токсичные вещества: окись углерода, окислы азота, углеводороды и др., при применении этилированных бензинов – соединения свинца.

#### Вывод

Проведённый анализ позволяет утверждать, что современное автомобилестроение до настоящего времени обладает широким рядом нерешённых проблем. При этом следует отметить активное участие компаний-производителей в устранении этих недостатков.

#### Библиографический список

1. Исследование американской компании J.D. Power о качестве современных автомобилей за 2023 год. – URL: <https://www.cars.com/articles/2023-j-d-power-initial-quality-survey-new-vehicle-problems-set-new-record-breaking-the-previous-one-from-last-year-467805/#:~:text=J.D.%20Power>
2. Надежность современных автомобилей. – URL: <https://versia.ru/pochemu-mashiny-stali-menee-nadyozhnymi>
3. Средний уровень заработка по регионам РФ. – URL: <https://ria.ru/20231120/zarplata-1910154567.html>
4. Кострюкова Е.А., Саразов А.В. Экологические проблемы автомобильного транспорта // Современные наукоемкие технологии. – 2013. – № 8-1. – С. 10-10. – URL: <https://top-technologies.ru/ru/article/view?id=32377>.

#### References

1. A study by the American company J.D. Power on the quality of modern cars in 2023. – URL: <https://www.cars.com/articles/2023-j-d-power-initial-quality-survey-new-vehicle-problems-set-new-record-breaking-the-previous-one-from-last-year-467805/#:~:text=J.D.%20Power>
2. Reliability of modern cars. – URL: <https://versia.ru/pochemu-mashiny-stali-menee-nadyozhnymi>
3. The average level of earnings by regions of the Russian Federation. – URL: <https://ria.ru/20231120/zarplata-1910154567.html>
4. Kostryukova E.A., Sarazov A.V. Environmental problems of motor transport // Modern high-tech technologies. – URL: <https://top-technologies.ru/ru/article/view?id=32377>.

*Воронежский государственный  
технический университет  
Канд. техн. наук, доцент кафедры  
строительной техники и инженерной  
механики имени профессора Н.А. Ульянова  
Е.А. Тарасов  
Канд. техн. наук, доцент кафедры  
строительной техники и инженерной  
механики имени профессора Н.А. Ульянова  
С.А. Никитин  
Канд. техн. наук, доцент кафедры  
строительной техники и инженерной  
механики имени профессора Н.А. Ульянова  
А.Н. Щиенко  
Студенты гр. ПТС-211 Н.С. Анохин,  
П.Ю. Бизяева, С.С. Москалев  
Россия, г. Воронеж, тел. +7(473) 2-77-01-29  
e-mail: stim@vgasu.vrn.ru*

*Voronezh State  
Technical University  
Cand. of Tech. Science, Associate prof. of the  
chair of construction machinery and engi-  
neering mechanics of a name of professor  
N.A. Ulyanov E.A. Tarasov  
Cand. of Tech. Science, Associate prof. of the  
chair of construction machinery and engi-  
neering mechanics of a name of professor  
N.A. Ulyanov S.A. Nikitin  
Cand. of Tech. Science, Associate prof. of the  
chair of construction machinery and engi-  
neering mechanics of a name of professor  
N.A. Ulyanov A.N. Shchienko  
Students gr. bPTS-211 N.S. Anokhin,  
P.Yu. Bizyaeva, S.S. Moskaev  
Russia, Voronezh, tel. +7(473) 2-77-01-29  
e-mail: stim@vgasu.vrn.ru*

Е.А. Тарасов, С.А. Никитин, А.Н. Щиенко,  
Н.С. Анохин, П.Ю. Бизяева, С.С. Москалев

## **АВТОТЕХНИЧЕСКАЯ ЭКСПЕРТИЗА, КАК ЭФФЕКТИВНЫЙ СПОСОБ В БОРЬБЕ СО СТРАХОВЫМ МОШЕННИЧЕСТВОМ**

Представлены варианты страхового мошенничества по ОСАГО, которыми на сегодняшний день пользуются злоумышленники, чтобы получить страховую выплату. Сказано, что автотехническая экспертиза, проведенная грамотным экспертом-автотехником может существенно снизить количество случаев страхового мошенничества в сфере страхования. Рассмотрены основные моменты, на которые необходимо обращать внимание при проведении автотехнических экспертиз. Делается вывод, что со страховым мошенничеством в сфере надо бороться, в том числе с помощью автотехнических экспертиз, чтобы улучшить экономические показатели страховщиков и тем самым поднять доверие граждан к страховым продуктам.

**Ключевые слова:** ДТП, автотехническая экспертиза, ОСАГО, страховое мошенничество.

Е.А. Tarasov, S.A. Nikitin, A.N. Shchienko,  
N.S. Anokhin, P.Y. Bizyaeva, S.S. Moskaev

## **AUTO TECHNICAL EXPERTISE AS AN EFFECTIVE WAY TO COMBAT INSURANCE FRAUD**

The variants of insurance fraud under CTP are presented, which are currently used by attackers to receive insurance payments. It is said that an automotive technical examination conducted by a competent automotive expert can significantly reduce the number of cases of insurance fraud in the insurance industry. The main points that need to be paid attention to when conducting automotive technical examinations are considered. It is concluded that insurance fraud in the field must be combated, including with the help of automotive technical expertise, in order to improve the economic performance of insurers and thereby raise public confidence in insurance products.

**Keywords:** Road Accidents, Auto Technical Examination, Compulsory Motor Liability Insurance, Insurance Fraud.

В последние годы всё чаще встречаются случаи мошенничества в российском страховании автомобилей. Ускорителем этой процесса является ФЗ № 40-ФЗ от 25 апреля 2002 года «Об обязательном страховании гражданской ответственности владельцев автомобилей», вступивший в свои права с 1 июля 2003 года. Он обязывает собственников автомобилей заключать договор обязательного страхования своих транспортных средств.

Если дорожно-транспортного происшествие признано страховщиками соответствующим всем требованиям законодательства, то его владелец получает страховое возмещение. Мошенники, используя различные уловки, ищут возможности для обхода этого закона, и при помощи имитации аварий получают денежную компенсацию. Подобный обман в наши дни является угрозой для компаний по страхованию ТС. Основная проблема в этом вопросе заключается в том, что доверие потребителей к страховщикам снизилось, на потребителей ложится дополнительные затраты в виде повышения тарифов, увеличение времени рассмотрения страховых случаев, отсутствие возможности приобретения полисов ОСАГО без дополнительного покрытия.

В то же время есть возможность защититься от случаев мошенничества в сфере страхования ТС. В данном случае многое зависит от знаний профессионального автотехника, что позволяет повысить качество экспертиз и быстрее решать задачи по данным делам.

Независимая техническая экспертиза помогает установить факты мошенничества при страховании ТС после страхового случая: потерпевший преднамеренно вывел из строя поврежденные части автомобиля, которые на момент страхового случая нуждались в замене, выработав свой ресурс; преднамеренная подмена исправных элементов автомобиля на точно такие же части другого ТС; преднамеренный разбор транспортного средства (удаление дорогих по цене и мало изношенных деталей) поврежденного автомобиля и представление для осмотра точно таких же, только изношенных элементов от другого автомобиля; преднамеренный разбор автомобиля потерпевшим и затем его уничтожение; преднамеренная замена автомобиля с небольшими повреждениями на подобное ТС (с разными идентификационными данными и существенным повреждением), с последующим уничтожением авто; целенаправленное создание пострадавшим множественных случаев пребывания ТС в ДТП, нанося необратимые повреждения той же области и частям транспортного средства, которые уже были повреждены ранее (после каждого случая ДТП ремонт автомобиля не производится или проводится ненадлежащий косметический ремонт после страхового случая); вступление владельца поврежденного транспортного средства в сговор, цель которого - участие в аварии; постановка нанесения вреда ТС потерпевшего в результате аварии с участием другого застрахованного собственника автомобиля.

Одной из важных улик по делу о мошенничестве в автомобильном страховании является как автомобильно-техническая, так и транспортно-трасологическая исследования, проводимые в комплексе, главной задачей которых является подтверждение или опровержение факта взаимосвязи ТС и выявление различий между повреждением автомобиля и обстоятельствами совершения аварии (план ДТП, пояснения всех участников ДТП).

Общая программа работы специалиста - автомобильного техника состоит из нескольких частей: изучить обстоятельства дела; обследовать пострадавшие автомобили и место аварии; выяснить у эксперта все непонятные моменты, чтобы понять причины ДТП; провести осмотр ТС; рассмотреть и проверить следы; сделать выводы по данному случаю.

Рассмотрим некоторые моменты более подробно. Во время расследования первоначальных отпечатков требуется: соотнести их по принципу взаимосвязи во время удара; изменяющая сила по высоте и месту; направление действия по изменяющим силам, направленным непосредственно со стороны объекта, образующего следы; произвести распознавание образующего следы объекта.

Исследование систематизации следов доказывает или отрицает их сходство. Если взаимодействие непосредственно в момент удара, высота и место применения изменяющей силы

деформации или ее направление обоих тел отличаются, то можно с уверенностью сказать, что взаимные действия двух объектов в этих условиях невозможны.

Обычно в автопостановках принимают участие старые автомобили. Классический сценарий – когда ночью на пустынной дороге ВАЗ 2106 врежется в иномарку бизнес-класса и разбивает всю правую (левую) часть машины. Работа для профессионального автотехника – выяснить, действительно ли произошла авария, и соответствуют ли повреждения ТС причине развития дорожно-транспортного происшествия, и сделать обоснованный вывод.

Рассмотрим анализ типов столкновений транспортных средств. Схема помогает специалистам установить характер движения, момент приближения ТС, взаимосвязь при столкновении на основании фототаблицы поврежденного ТС и сделать выводы после осмотра.

Множество случаев мошенничества выявлены по случаям столкновений автомобилей по касательной. По сути, касательная — это авария, при которой автомобиль имеет незначительные повреждения и продолжает двигаться в ту же сторону (с небольшим изменением и уменьшением скорости). При таких авариях в зоне соприкосновения остаются горизонтальные следы. В этом случае отклонение повреждения от прямой невозможно, а при обмане повреждение автомобиля волнообразное и имеются отклонения от прямой, что доказывает невозможность данного дорожно-транспортного происшествия.

Аферистами применяется ряд методов, чтобы затруднить специалистам определение причин повреждения: съемка ТС с разных ракурсов, размещение заштрихованных материалов на протекторных шинах, подделывающих их порезы. Обычно при аварии срабатывают подушки безопасности, поэтому детали салона значительно изменяются не только в месте срабатывания подушек безопасности, но и по всей внутренней части салона. В случае мошенничества мы видим, что там, где была установлена подушка, оторвались только края кожи.

Исходя из наших наблюдений, опыт и качественная работа высококвалифицированного профессионального автотехника помогают предотвратить большинство мошеннических практик в области страхования автомобилей, улучшая экономику страховщиков и доверие к ним потребителей.

#### Библиографический список

1. Жилкина М.С. Страхование мошенничество: Правовая оценка, практика выявления и методы пресечения. М., 2005.
2. Тюнин В.И. Преступления в сфере экономической деятельности: учебно-практическое пособие. М, 2019.
3. Россинская Е.Р., Галяшина Е.И., Зинин А.М. Теория судебной экспертизы (судебная экспертология): учебник. 2-е изд., перераб. и доп. М.: Норма, 2017. 368 с.
4. Майлис Н.П. Судебная трасология: учебник для студентов юридических вузов. М.: Экзамен, 2003. 272 с.
5. Орлов Ю.К. Судебная экспертиза как средство доказывания в уголовном судопроизводстве. М.: РФЦСЭ, 2005. 261 с.

#### References

1. Zhilkina M.S. Insurance fraud: Legal assessment, detection practices and methods of suppression. M., 2005.
2. Tyunin V.I. Crimes in the sphere of economic activity: educational and practical manual. M, 2019.
3. Rossinskaya E.R., Galyashina E.I., Zinin A.M. Theory of forensic examination (forensic examination): textbook. 2nd ed., revised. and additional M.: Norma, 2017. 368 p.
4. Mailis N.P. Forensic traceology: a textbook for law students. M.: Exam, 2003. 272 p.
5. Orlov Yu.K. Forensic examination as a means of evidence in criminal proceedings. M.: RFCSE, 2005. 261 p.

УДК 621.87

*Воронежский государственный  
технический университет  
Канд. техн. наук, доцент кафедры  
строительной техники и инженерной  
механики имени профессора Н.А. Ульянова  
Е.А. Тарасов  
Преподаватель строительного-политех-  
нического колледжа Е.В. Тарасова  
Канд. техн. наук, доцент кафедры  
строительной техники и инженерной  
механики имени профессора Н.А. Ульянова  
А.Н. Щиенко  
Студенты гр. ПТС-211 Е.И. Губин,  
А.А. Перфильев, Р.К. Романенко  
Россия, г. Воронеж, тел. +7(473) 2-77-01-29  
e-mail: stim@vgasu.vrn.ru*

*Voronezh State  
Technical University  
Cand. of Tech. Science, Associate prof. of the  
chair of construction machinery and engi-  
neering mechanics of a name of professor  
N.A. Ulyanov E.A. Tarasov  
Teacher of the Construction and Polytechnic  
College E.V. Tarasova  
Cand. of Tech. Science, Associate prof. of the  
chair of construction machinery and engi-  
neering mechanics of a name of professor  
N.A. Ulyanov A.N. Shchienko  
Students gr. bPTS-211 E.I. Gubin,  
A.A. Perfiliev, R.K. Romanenko  
Russia, Voronezh, tel. +7(473) 2-77-01-29  
e-mail: stim@vgasu.vrn.ru*

Е.А. Тарасов, Е.В. Тарасова, А.Н. Щиенко,  
Е.И. Губин, А.А. Перфильев, Р.К. Романенко

## **СУЩЕСТВЕННЫЕ МОМЕНТЫ АНАЛИЗА ДТП С УЧАСТИЕМ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ**

Интеллектуализация рассматривается как будущая основная тенденция развития автомобильной промышленности. Уровень автоматизации интеллектуальных транспортных средств пока относительно невысок, и система дорожного движения еще долгое время будет находиться в смешанном состоянии неавтономных транспортных средств и транспортных средств с различным уровнем автоматизации. Таким образом, система дорожного движения будет более сложной с более разнообразными авариями. В этой статье проанализированы характеристики и причинно-следственные факторы интеллектуальных дорожно-транспортных происшествий.

**Ключевые слова:** интеллектуальное транспортное средство, расследование дорожно-транспортных происшествий, автоматизированное вождение, определение ответственности.

Е.А. Tarasov, E.V. Tarasova, A.N. Shchienko,  
E.I. Gubin, A.A. Perfiliev, R.K. Romanenko

## **THE ESSENTIAL POINTS OF THE ANALYSIS OF ACCIDENTS INVOLVING INTELLIGENT VEHICLES**

Intellectualization is considered as the future main trend in the development of the automotive industry. The level of automation of intelligent vehicles is still relatively low, and the traffic system will remain in a mixed state of non-autonomous vehicles and vehicles with different levels of automation for a long time. Thus, the traffic system will be more complex with more diverse accidents. This article analyzes the characteristics and causal factors of intelligent traffic accidents.

**Keywords:** Intelligent Vehicle; Investigation Of Traffic Accidents; Automated Driving; Determination Of Responsibility.

## **Введение**

С развитием компьютерных и коммуникационных технологий были достигнуты большие успехи в области интеллектуальных транспортных средств. Интеллектуальные транспортные средства, которые в корне меняют традиционный метод управления замкнутым контуром "человек-транспортное средство-дорога", значительно повысили эффективность использования дорог и безопасность дорожного движения за счет исключения нестабильных водителей из замкнутой системы.

В качестве тенденций развития автомобильных технологий будущего интеллектуальные транспортные средства продемонстрировали широкие перспективы применения и получили огромные экономические выгоды. В настоящее время эти транспортные средства находятся в состоянии сосуществования, что усложняет систему дорожного движения и приводит к более разнообразным дорожно-транспортным происшествиям. Кроме того, законы и нормативные акты, касающиеся интеллектуальных транспортных средств, в различных странах все еще являются несовершенными, что также приводит к целому ряду социальных проблем.

Интеллектуальные транспортные средства, которые воспринимают окружающую среду на основе бортовых датчиков и принимают решения на основе технологии искусственного интеллекта, могут автономно перемещаться и добираться до места назначения без ручного управления. Google взяла на себя ведущую роль в исследовании интеллектуальных транспортных средств и провела серию дорожных тестов в Калифорнии в 2010 году. Первая авария с интеллектуальным транспортным средством, в которой интеллектуальный автомобиль Google поцарапал автобус во время столкновения из-за неправильной оценки намерений другого водителя, произошла в феврале 2016 года. В 2015 году Tesla разработала автомобиль система управления с помощью пилота, включающая автоматическое удержание полосы движения, автоматическую смену полосы движения и автоматическую парковку. Кроме того, в мае 2016 года произошла интеллектуальная автомобильная авария, в ходе которой автомобиль Tesla не смог распознать белый трейлер и столкнулся с ним при проезде перекрестка. Этот тип столкновений указывает на то, что появление интеллектуальных транспортных средств приведет к новым дорожным происшествиям.

По сравнению с традиционными дорожно-транспортными происшествиями, интеллектуальные дорожно-транспортные происшествия более сложны. В будущей системе дорожного движения новые явления, связанные с дорожным движением, такие как сосуществование различных автономных транспортных средств и транспортных средств, управляемых человеком, совместное управление человеком и машиной, информационная безопасность интеллектуальной системы дорожного движения, случайные механические сбои, воздействие окружающей среды и погодных условий, могут привести к интеллектуальным дорожно-транспортным происшествиям. Следовательно, необходимо создать интеллектуальные методы расследования дорожно-транспортных происшествий, а также понять характеристики и механизмы интеллектуальных дорожно-транспортных происшествий.

Этот документ должен включать в себя следующие пункты:

- анализ характеристик дорожно-транспортных происшествий на основе представленных интеллектуальных данных о дорожно-транспортных происшествиях;
- построение новой интеллектуальной системы расследования дорожно-транспортных происшествий на основе существующего опыта и традиционных методов;
- обобщение ключевого содержания интеллектуального анализа дорожно-транспортных происшествий с точки зрения технических дефектов, информационной безопасности, пассивной безопасности и т.д.;
- разработка соответствующих рекомендаций по определению ответственности за интеллектуальные дорожно-транспортные происшествия.

## **Анализ характеристик интеллектуальных дорожно-транспортных происшествий Интеллектуальное транспортное средство**

Интеллектуальные транспортные средства могут осуществлять автономное вождение на основе ряда встроенных интеллектуальных аппаратных средств. Автоматическое вождение, в котором сочетаются когнитивные науки, искусственный интеллект, робототехника и автомобилестроение, рассматривается как важное направление развития современной науки и техники. В 2014 году Общество автомобильных инженеров (SAE) классифицировало автомобили с автоматическим управлением на пять уровней в зависимости от степени автоматизации. Эта классификация способствует анализу причинно-следственных связей несчастных случаев и определению кто был ответственен за аварию до того, как интеллектуальные транспортные средства были полностью автоматизированы.

Классификация указывает на то, что развитие автоматического вождения не может быть достигнуто в одночасье. Таким образом, в течение некоторого времени система дорожного движения будет находиться в состоянии смешения транспортных средств с различными техническими условиями и уровнями автоматизации. Система дорожного движения станет более сложной, и дорожно-транспортные происшествия также будут более разнообразными.

### **Факторы, способствующие интеллектуальным дорожно-транспортным происшествиям**

Ограниченные нынешним низким уровнем автоматизации, интеллектуальные транспортные средства неизбежно вступают в конфликт с существующей системой "человек-транспортное средство-дорога". Что касается причинно-следственной связи аварий, то интеллектуальные дорожно-транспортные происшествия имеют три основные характеристики, основанные на идее системной инженерии человек-машина-окружающая среда.

1. Интеллектуальные дорожно-транспортные происшествия в основном вызваны механическими факторами. Основанные на технологии искусственного интеллекта, интеллектуальные транспортные средства обеспечивают автономное принятие решений и функционирование в зависимости от модулей восприятия информации (радары, камеры, оборудование V2X и т.д.), модулей обработки информации (глубокое обучение и т.д.) и исполнительных модулей. Однако в процессе разработки интеллектуальных транспортных средств эта технология постепенно совершенствовалась. Неизбежно, что в определенной степени будут существовать технические ограничения, которые могут легко привести к дорожно-транспортным происшествиям из-за технических неполадок. В настоящее время интеллектуальные транспортные средства по-прежнему испытывают трудности с обнаружением и прогнозированием препятствий, что предъявляет более высокие требования к компьютерному алгоритму распознавания изображений и прогнозирования. Кроме того, путаница в режиме, которая представляет собой неожиданную реакцию системы при попытке активировать автоматическое вождение или взять управление на себя, может ввести водителя в заблуждение относительно текущего состояния интеллектуальной системы. Кроме того, информационная безопасность стала чрезвычайно важной в эпоху интеллектуальных сетей. Безопасная передача информации и надежная система оказывают важное влияние на безопасность интеллектуальной транспортной системы. Различные степени системных нарушений, возникающие в результате возможных атак на компьютерные информационные и коммуникационные системы извне (например, хакеров) или неожиданных ситуаций, таких как малая вероятность системных ошибок, могут привести к ошибкам во взаимодействии между человеком, транспортным средством и дорогой.

2. Человеческий фактор в основном связан с управлением интеллектуальным транспортным средством без соблюдения инструкций. На этапе перехода от неавтономного вождения к полностью автоматическому существующие интеллектуальные транспортные средства не могут обойтись без помощи водителей-людей. Помощь водителей-людей может компенсировать недостатки современной технологии автоматического вождения. Перед переключением с управления человеком на управление машиной следует зарезервировать разумный интервал

времени, в противном случае это легко может привести к дорожно-транспортным происшествиям, когда водители-люди не задействованы вовремя или даже вообще не задействованы. Например, происшествие с Тесла, столкнувшийся с белым трейлером во Флориде в мае 2016 года включал длительный период отвлечения внимания (не менее 7 секунд). Управление по расследованию неисправностей NHTSA установило, что в большинстве аварий системам/водителям требовалось меньше времени для обнаружения, реагирования и принятия мер (менее 3 секунд). В результате проблема переключения управления между человеком и машиной стала предметом исследований в области интеллектуальных транспортных средств. Некоторые исследования показали, что целеустремленные водители лучше понимают окружающую обстановку в большинстве подобных ситуаций. Особенно обладая богатым опытом, они могут делать точные прогнозы о поведении других водителей.

3. Факторы окружающей среды, ограничивающие использование интеллектуальных систем. При традиционных дорожно-транспортных происшествиях факторы окружающей среды в основном влияют на получение информации участниками дорожного движения и стабильность работы транспортного средства. Интеллектуальные транспортные средства также не в состоянии избавиться от влияния факторов окружающей среды. Например, характеристики отражения от дороги изменяются из-за снега или льда, что влияет на обнаружение света и определение дальности, и дополнительно влияет на построение трехмерных карт, тем самым приводя к проблеме, за которой интеллектуальные транспортные средства не могут следить за запланированными маршрутами. Благодаря визуальным датчикам, распознающим информацию (такую как линии движения и дорожные знаки), интеллектуальные транспортные средства могут объезжать препятствия и двигаться в соответствии с законами и правилами. Однако при сильном снегопаде линии движения, дорожные знаки и объекты по обе стороны дороги (такие как транспортные средства и здания) будет трудно идентифицировать, поскольку они частично покрыты снегом. Кроме того, интеллектуальные транспортные средства могут реагировать только на определенные сценарии дорожного движения из-за их низкого уровня автоматизации. Например, система автоматического управления автомобилем Tesla используется только на шоссе с четкими центральными разделительными линиями и разметкой полос движения. Водитель-человек отвечает за определение того, подходит ли текущая дорожная обстановка для активации системы, в то время как система выдает предупреждения только в режиме реального времени, основываясь на текущей скорости транспортного средства, типе дороги и интенсивности движения. Таким образом, интеллектуальное столкновение транспортного средства может быть вызвано, если человек-водитель игнорирует условия работы автоматической системы управления автомобилем.

#### Библиографический список

1. Абдрахманов, М.С. Моделирование транспортных потоков в интеллектуальных транспортных системах / М.С. Абдрахманов. – Текст: электронный // Современные научные исследования и инновации. – 2021 – №7 (123). – С. 5-8. – EDN OKMMNR // НЭБ eLIBRARY.
2. Авдейчикова, Е.В. Преимущества внедрения интеллектуальных транспортных систем в городскую среду / Е.В. Авдейчикова, А.В. Маремуха. – Текст : электронный // Образование. Транспорт. Инновации. Строительство : сб. матер. V Нац. науч.-практ. конф., Омск, 28 – 29 апреля 2022 года. – Омск Сибирский государственный автомобильно-дорожный университет (СибАДИ), 2022 – С. 283-286. – EDN GVDEUF // НЭБ eLIBRARY.
3. Агапов, А.А. Синтез квазиоптимального закона управления на основе построения линии переключения с учетом анализа пучка квадратичных форм в составе интеллектуальной транспортной системы / А.А. Агапов, А.А. Костоготов, С.В. Лазаренко. – Текст : непосредственный // Вестник РГУПС. - 2022 - №1 (85). - С. 177-185 // ЭБ НТБ РГУПС.

4. Аналитический обзор современных интеллектуальных информационных технологий в технике и на производстве / С.М. Ковалев, В. Снашел, А.Е. Колоденкова, А.В. Суханов. - Текст : непосредственный // Вестник РГУПС. - 2019 - № 1 (73). - С. 60-75 // ЭБ НТБ РГУПС.

5. Аристова, Д.А. Эффекты внедрения интеллектуальных транспортных систем / Д.А. Аристова, Е.З. Макеева, О.В. Федорова. - Текст : электронный // Транспортное дело России. - 2022 - № 1 - С. 114-115. - DOI 10.52375/20728689\_2022\_1\_114. - EDN FTTQWY // НЭБ eLIBRARY.

#### References

1. Abdrakhmanov, M.S. Modeling of transport flows in intelligent transport systems / M.S. Abdrakhmanov. - Text: electronic // Modern scientific research and innovation. - 2021 - No. 7 (123). - P. 5-8. - EDN OKMMNR // NEB eLIBRARY.

2. Avdeychikova, E.V. Advantages of introducing intelligent transport systems into the urban environment / E.V. Avdeychikova, A.V. Maremukha. - Text: electronic // Education. Transport. Innovation. Construction: Sat. mater. V National scientific-practical Conf., Omsk, April 28 - 29, 2022. - Omsk Siberian State Automobile and Highway University (SibADI), 2022 - P. 283-286. - EDN GVDEUF // NEB eLIBRARY.

3. Agapov, A.A. Synthesis of a quasi-optimal control law based on the construction of a switching line taking into account the analysis of a bunch of quadratic forms as part of an intelligent transport system / A.A. Agapov, A.A. Kostoglotov, S.V. Lazarenko. - Text: direct // Bulletin of the Russian State University of PS. - 2022 - No. 1 (85). - pp. 177-185 // EB NTB RGUPS.

4. Analytical review of modern intelligent information technologies in technology and production / S.M. Kovalev, V. Snashel, A.E. Kolodenkova, A.V. Sukhanov. - Text: direct // Bulletin of the Russian State University of PS. - 2019 - No. 1 (73). - pp. 60-75 // EB NTB RGUPS.

5. Aristova, D.A. Effects of implementing intelligent transport systems / D.A. Aristova, E.Z. Makeeva, O.V. Fedorov. - Text: electronic // Transport business of Russia. - 2022 - No. 1 - P. 114-115. - DOI 10.52375/20728689\_2022\_1\_114. - EDN FTTQWY // NEB eLIBRARY.

УДК 621.87

*Воронежский государственный  
технический университет  
Канд. техн. наук, доцент кафедры  
строительной техники и инженерной  
механики имени профессора Н.А. Ульянова  
Е.А. Тарасов  
Канд. техн. наук, доцент кафедры  
строительной техники и инженерной  
механики имени профессора Н.А. Ульянова  
А.Н. Щиенко  
Магистранты гр. мНТК-221 Р.Ю. Верю-  
тин, С.А. Четвериков  
Студент гр. збНТК-191 О.А. Жилкин  
Россия, г. Воронеж, тел. +7(473) 2-77-01-29  
e-mail: stim@vgasu.vrn.ru*

*Voronezh State  
Technical University  
Cand. of Tech. Science, Associate prof. of the  
chair of construction machinery and engi-  
neering mechanics of a name of professor  
N.A. Ulyanov E.A. Tarasov  
Cand. of Tech. Science, Associate prof. of the  
chair of construction machinery and engi-  
neering mechanics of a name of professor  
N.A. Ulyanov A.N. Shchienko  
Master's students gr. mNTK-221  
R.Yu. Veryutin, S.A. Chetverikov  
Student gr. zbNTK-191 O.A. Zhilkin  
Russia, Voronezh, tel. +7(473) 2-77-01-29  
e-mail: stim@vgasu.vrn.ru*

Е.А. Тарасов, А.Н. Щиенко, Р.Ю. Верютин, С.А. Четвериков, О.А. Жилкин

## **КЛЮЧЕВЫЕ ВОПРОСЫ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОГО РАССЛЕДОВАНИЯ ДОРОЖНО-ТРАНСПОРТНЫХ ПРОИСШЕСТВИЙ**

Интеллектуализация рассматривается как будущая основная тенденция развития автомобильной промышленности. Уровень автоматизации интеллектуальных транспортных средств пока относительно невысок, и система дорожного движения еще долгое время будет находиться в смешанном состоянии неавтономных транспортных средств и транспортных средств с различным уровнем автоматизации. Таким образом, система дорожного движения будет более сложной с более разнообразными авариями. В этой статье проанализированы характеристики и причинно-следственные факторы интеллектуальных дорожно-транспортных происшествий.

**Ключевые слова:** интеллектуальное транспортное средство, расследование дорожно-транспортных происшествий, автоматизированное вождение, определение ответственности.

Е.А. Tarasov, A.N. Shchyenko, R.Yu. Veryutin, S.A. Chetverikov, O.A. Zhilkin

## **KEY ISSUES OF INTELLIGENT INVESTIGATION OF TRAFFIC ACCIDENTS**

Intellectualization is considered as the future main trend in the development of the automotive industry. The level of automation of intelligent vehicles is still relatively low, and the traffic system will remain in a mixed state of non-autonomous vehicles and vehicles with different levels of automation for a long time. Thus, the traffic system will be more complex with more diverse accidents. This article analyzes the characteristics and causal factors of intelligent traffic accidents.

**Keywords:** Intelligent Vehicle, Investigation Of Traffic Accidents, Automated Driving, Determination Of Responsibility.

## **Введение**

С развитием компьютерных и коммуникационных технологий были достигнуты большие успехи в области интеллектуальных транспортных средств. Интеллектуальные транспортные средства, которые в корне меняют традиционный метод управления замкнутой системой "человек-транспортное средство-дорога", значительно повысили эффективность использования дорог и безопасность дорожного движения за счет исключения нестабильных водителей из замкнутой системы.

Интеллектуальные транспортные средства неизбежно вступают в конфликт с существующей системой "человек-транспортное средство-дорога" из-за их низкого уровня автоматизации. Интеллектуальная дорожно-транспортная авария по-прежнему происходит под всесторонним воздействием человеческих, механических факторов и факторов окружающей среды. С развитием интеллектуальных систем управления транспортными средствами и автоматизации основная причина дорожно-транспортных происшествий меняется с человеческого фактора на механические факторы. Таким образом, необходимо пересмотреть направленность интеллектуального расследования дорожно-транспортных происшествий. Сочетание традиционного метода расследования дорожно-транспортных происшествий и интеллектуальных характеристик дорожно-транспортных происшествий достаточно хорошо изучена. Есть исследования, в которых создана новая система расследования дорожно-транспортных происшествий, где обобщены вопросы, которые следует учитывать при исследовании причинно-следственной связи интеллектуальных транспортных происшествий. Эта система обеспечивает теоретическое руководство для будущего интеллектуального расследования дорожно-транспортных происшествий.

## **Содержание опроса**

Расследование дорожно-транспортных происшествий - это междисциплинарная работа, в ходе которой собирается большое количество переменных, связанных с дорожно-транспортными происшествиями, с различных уровней системы дорожного движения. Подробные данные о дорожно-транспортных происшествиях способствуют улучшению проектирования дорог, безопасности транспортных средств, медицинского обслуживания и организации дорожного движения.

Традиционная система дорожного движения - это сложная динамическая система, состоящая из человека, транспортного средства, дороги и окружающей среды, в которой каждый элемент взаимодействует. С развитием интеллектуальных и сетевых технологий интеллектуальные системы транспортных средств играют все более важную роль в принятии решений, а интеллектуальные системы, подключенные к сети, также часто участвуют в обмене информацией. Следовательно, будущая система дорожного движения будет более сложной.

Интеллектуальное расследование дорожно-транспортных происшествий основано на традиционном расследовании дорожно-транспортных происшествий, но отличается от него. Она ориентирована не только на водителей-людей, но и на интеллектуальные транспортные средства.

Содержание расследования объясняется различными этапами процесса расследования несчастного случая. Стадия, предшествующая столкновению, делится на два интервала:

- интервал между нормальным вождением и обнаружением опасности, который в основном включает в себя основную ситуацию и статус вождения водителей-людей (например, возраст, пол, эмоции, вождение в нетрезвом виде, рассеянность и усталость), а также условия контроля дорожного движения (например, тип дороги, управление дорожным движением, условия окружающей среды);

- интервал между обнаружением опасности и возникновением аварии, который в основном включает суждения водителей-людей и интеллектуальных транспортных средств (например, оценка поведения других участников дорожного движения), принятие решений водителями-людьми и интеллектуальными транспортными средствами (решает ли водитель-человек вмешаться в управление автомобилем, как тормозить и управлять рулем и т.д.), а также ситуация переключения операций между человеком и машиной. Фаза столкновения относится к временному интервалу от возникновения столкновения до конечной остановки,

который в основном включает начальные параметры столкновения (такие как скорость столкновения и положение контакта между участниками), принятие решений водителями-людьми и интеллектуальными транспортными средствами (например, торможение и рулевое управление), реакцию человека на воздействие (например, движение пешеходов во время столкновения), а также механические реакции интеллектуальных транспортных средств (точно ли реагирует рулевая/тормозная система и т.д.). Стадия после столкновения относится к стадии последующей обработки дорожно-транспортного происшествия, которая в основном включает в себя последствия происшествия (например, конечное местонахождение участников, информацию о повреждении транспортного средства, информацию о травмах персонала, аварийно-спасательные работы и состояние здоровья).

Углубленное расследование дорожно-транспортных происшествий помогает исследователям разработать более научные и полные меры по обеспечению безопасности дорожного движения (инженерные, образовательные, правоохранительные и аварийные) и меры по улучшению их качества. Инжиниринг относится к предотвращению несчастных случаев и их совершенствованию на основе методов инженерного проектирования. Образование в основном относится к навыкам вождения и повышению осведомленности о безопасности дорожного движения в школах и обществе. Правоохранительная деятельность - это надзор и управление поведением участников дорожного движения со стороны подразделений по управлению дорожным движением в соответствии с соответствующими законами и нормативными актами. Неотложная первая помощь включает в себя транспортные услуги скорой помощи и неотложную медицинскую помощь.

#### **Методы исследования**

В отличие от традиционного расследования дорожно-транспортных происшествий, при расследовании дорожно-транспортных происшествий с использованием интеллектуального транспортного средства больше внимания уделяется тому, может ли интеллектуальное транспортное средство работать правильно до столкновения и может ли взаимодействие человека и компьютера осуществляться в обычном режиме. Беспилотная аэрофотосъемка и видеозапись дорожно-транспортных происшествий необходимы для получения траекторий движения интеллектуальных транспортных средств до столкновения и сценариев риска. Регистратор данных о событиях помогает получить рабочее состояние интеллектуального транспортного средства во время столкновения. Обширные методы расследования помогут следователям получить исчерпывающие причины интеллектуальных дорожно-транспортных происшествий, что способствует точному устранению дефектов интеллектуальных транспортных средств и завершению подтверждения ответственности за интеллектуальные дорожно-транспортные происшествия. При нынешнем техническом уровне интеллектуальные транспортные средства предъявляют более строгие требования к сценариям вождения. Россия обладает обширной территорией и неравномерным городским развитием. Таким образом, интеллектуальное расследование дорожно-транспортных происшествий носит региональный характер, и позволяет точно оценить характеристики интеллектуальных транспортных средств в различных сценариях риска. Основываясь на опыте традиционного расследования дорожно-транспортных происшествий, метод интеллектуального расследования дорожно-транспортных происшествий можно разделить на четыре этапа.

1. База данных. Эксперты удаленно помогают дорожной полиции завершить сбор данных на месте аварии. Основываясь на традиционном исследовании места происшествия, интеллектуальное расследование дорожно-транспортных происшествий фокусируется на психологии вождения/поведении человека-водителя и рабочем состоянии интеллектуального транспортного средства перед столкновением.

2. Дополнение к данным. Эксперты возвращаются на место аварии, чтобы провести углубленное обследование с помощью профессионального оборудования. Основная работа включает в себя получение подробной экологической информации о месте аварии с помощью аэрофотосъемки с беспилотника, а также получение точных условий работы интеллектуальных транспортных средств и измерение повреждений транспортных средств путем извлечения данных из регистратора событий.

3. Обработка данных. Эксперты визуализируют и оцифровывают информацию об авариях на основе результатов опроса, например, рисуют пропорциональный эскиз аварии.

4. Управление данными. Эксперты вводят визуализированную и оцифрованную информацию о дорожно-транспортных происшествиях в специальную базу данных для анализа аварий, разработки транспортных средств и управления дорожным движением.

Анализ дорожно-транспортных происшествий является важным техническим средством устранения технических дефектов транспортного средства и повышения показателей безопасности транспортного средства. Интеллектуальные транспортные средства управляются интеллектуальными системами, а не водителями-людьми. Водители и пассажиры, свободные от управления автомобилем, могут по желанию регулировать свои позы для обеспечения большего комфорта. В центре внимания интеллектуального анализа дорожно-транспортных происшествий стало полное понимание технических дефектов, проблем информационной безопасности и новых проблем пассивной безопасности. Интеллектуальный анализ дорожно-транспортных происшествий в основном включает в себя следующее.

1. Сценарии аварий. Они являются основой для исследований и разработки интеллектуальных транспортных средств и являются специфическими подразделениями для изучения безопасности интеллектуальных транспортных средств. Сценарии вождения с риском дорожно-транспортных происшествий могут быть получены на основе углубленного изучения реальных сценариев дорожно-транспортных происшествий. С помощью ускоренных методов моделирования и высокоточных данных о траектории инвестиции в тестирование резко сократятся. На основе технологии искусственного интеллекта может быть получена база данных ключевых сценариев, помогающая интеллектуальному транспортному средству принимать решения. Новая автомобильная интеллектуальная система должна быть подтверждена реальными испытаниями автомобиля, прежде чем она поступит на рынок. Репрезентативные сценарии испытаний, которые указывают на основные требования, которые должны быть выполнены для применения интеллектуальной системы к транспортному средству, могут быть определены путем анализа сценария аварии. Для испытания на автономное экстренное торможение добавлен сценарий продольного испытания пешехода, в котором боковое положение пешехода делится на два случая, а именно смещение на 50% и 25%. Тест для пешеходов делится на две категории: дневную и ночную. В связи с растущим числом аварий на электровелосипедах в России также были добавлены сценарии соответствующего тестирования.

2. Причинно-следственная связь несчастного случая. Интеллектуальный анализ причин дорожно-транспортных происшествий смещает акцент с человеческих ошибок на сбои в работе системы. Всесторонний анализ причин отказов интеллектуальных систем транспортных средств должен проводиться с точки зрения восприятия информации, обработки информации, принятия решений и их исполнения, таких как сбои в функционировании системы, вызванные техническими ограничениями, сбои компьютерных информационных и коммуникационных систем, вызванные внешними (хакерскими) атаками, и механические сбои.

3. Кинематические реакции. Традиционный анализ дорожно-транспортных происшествий фокусируется на результатах аварий после столкновений, таких как динамические реакции на удар и травмы. Кинематические реакции перед столкновением непосредственно показывают, является ли разумным решение о вождении, принятое интеллектуальной системой транспортного средства. Следовательно, кинематическим реакциям перед столкновениями (таким как траектория движения, тип и время срабатывания мер по предотвращению столкновений, принимаемых интеллектуальным транспортным средством) следует уделять достаточное внимание при интеллектуальном анализе дорожно-транспортных происшествий.

4. Биомеханика травм. Чтобы обеспечить водителям более высокий комфорт вождения, интеллектуальные интерьеры автомобилей (такие как ориентация сидений и т.д.) были значительно изменены по сравнению с традиционными транспортными средствами. Таким образом, эпидемиология травматизма и механизм травмирования водителей в интеллектуальных дорожно-транспортных происшествиях приобретают новые характеристики.

5. Технологии пассивной безопасности. Технологии пассивной безопасности транспортных средств должны идти в ногу с развитием интеллектуальных систем транспортных средств.

При традиционных дорожно-транспортных происшествиях исследования пассивной безопасности фокусируются на ударопрочности транспортного средства, подушках безопасности (шторках) и т.д. С развитием интеллектуальных транспортных технологий технологии пассивной безопасности также должны стать более интеллектуальными. Анализ эффективности новых технологий пассивной безопасности при интеллектуальных дорожно-транспортных происшествиях и руководство по их совершенствованию стали важными направлениями для будущего интеллектуального анализа дорожно-транспортных происшествий.

Традиционная система определения ответственности за дорожно-транспортные происшествия основана на "принципе вины", и существуют соответствующие решения для таких столкновений между транспортными средствами и другими объектами. Однако в интеллектуальных дорожно-транспортных происшествиях участвуют несколько сторон, и границы ответственности между этими сторонами не ясны, что может привести к недостаточной защите прав потерпевшего. Как проводить идентификацию ответственности за дорожно-транспортные происшествия с использованием интеллектуальных транспортных средств стало важным вопросом, который ограничивает популяризацию и применение интеллектуальных транспортных средств.

#### **Статус иностранного законодательства об интеллектуальных транспортных средствах**

Являясь лидерами в разработке и производстве традиционных транспортных средств западные страны, такие как Соединенные Штаты и Германия, приняли соответствующие законы и нормативные акты для интеллектуальных транспортных технологий. Однако между Соединенными Штатами и Германией существуют различия в определении субъекта ответственности за несчастные случаи при автономном вождении.

Американские законодатели считают, что водители-люди являются главными инициаторами дорожно-транспортных происшествий, поэтому водители-люди должны нести ответственность за несчастные случаи. Интеллектуальный автомобиль управляется системой, когда он находится в режиме автономного вождения. Является ли пользователь по-прежнему водителем? Должны ли водители-люди по-прежнему брать на себя ответственность после аварии? Некоторые штаты в Соединенных Штатах дают положительный ответ на этот вопрос. Законодатели в Калифорнии, Невада и Флорида считают, что человек, который активно включает автоматический режим вождения является реальным водителем интеллектуального транспортного средства, и они должны нести ответственность за последствия, вызванные автоматическим вождением.

Определение ответственности при интеллектуальных дорожно-транспортных происшествиях в Германии в большей степени основывается на данных о вождении. Некоторые устройства, такие как "черные ящики", необходимы интеллектуальным транспортным средствам для записи подробной информации на разных этапах, например, работает система автономного вождения, водитель-человек начинает вмешиваться, и водитель-человек ведет машину. Таким образом, соответствующая ответственность ложится на человека-водителя, если авария происходит на этапе, когда он или она находится за рулем. Производитель интеллектуального транспортного средства возьмет на себя ответственность, если авария произойдет на стадии, когда работает автономная система вождения (вызывает аварию из-за сбоя системы и т.д.).

#### **Анализ реальной интеллектуальной автомобильной аварии**

Информация о дорожно-транспортном происшествии с интеллектуальным управлением, опубликованная в Интернете, подробно показана, чтобы объяснить, как провести анализ причин аварии и определить ответственность за несчастный случай.

Однажды в 2020 году автоматизированный автомобиль столкнулся с грузовиком, который ранее перевернулся из-за сбоя системы автопилота автомобиля. Перед столкновением автомобиль не предпринял никаких действий по торможению или рулевому управлению. Согласно отзыву водителя, водитель активировал автопилот и установил скорость движения на уровне 110 км/ч. Водитель автомобиля думал, что система автопилота могла обнаружить препятствия и принять соответствующие меры, но на самом деле ситуация была не такой.

### **Причина происшествия**

В этой аварии водитель не справился с управлением транспортным средством до столкновения. Одной из основных причин является неправильное использование функции помощи при вождении в соответствии с инструкциями. Что касается интеллектуальных транспортных средств, то они используют комбинацию камеры и радара миллиметрового диапазона для получения внешней информации, которая практически недоступна для нестандартных статичных объектов. Это связано с тем, что камера должна быть разработана с помощью машинного обучения для распознавания объектов. Однако статичные объекты настолько разнообразны по форме, что приводят к выходу из строя камера распознает те объекты, которые не включены в существующие образцы. Хотя радар может идентифицировать статичные объекты, транспортное средство использует стратегию приоритетного визуального восприятия. Камера часто имеет преимущество перед радаром в принятии решений. Если система восприятия ошибается, другие системы могут не отреагировать. Таким образом, конструктивный недостаток системы восприятия транспортного средства является еще одной серьезной причиной аварии.

### **Определение ответственности за происшествие**

Пользователем интеллектуального транспортного средства является пассажир, но непосредственным контроллером интеллектуального транспортного средства является автономная система вождения, разработанная производителем. Основываясь на "Законе о безопасности дорожного движения Российской Федерации", ответственность за происшествие может быть определена следующим образом: за материальный ущерб, причиненный в результате несчастного случая, водитель должен нести основную ответственность за неправильное использование функции помощника водителя в соответствии с инструкциями, а интеллектуальное транспортное средство должно нести второстепенную ответственность.

### **Выводы**

1. Интеллектуальность, автоматизация и малый вес - неизбежные направления будущих автомобильных исследований и разработок. При разработке транспортных средств от неавтоматизированных до полностью автоматизированных система дорожного движения будет смешана с неавтоматизированными транспортными средствами и транспортными средствами с различным уровнем автоматизации, что сделает дорожно-транспортные происшествия более сложными и разнообразными. Поэтому, наслаждаясь огромными изменениями, которые интеллектуальные транспортные средства привнесли в социальную экономику и нам необходимо понимать проблемы безопасности, вызванные техническими ограничениями, и социальные проблемы, вызванные несовершенством законов и нормативных актов.

2. Понимание характеристик интеллектуальных дорожно-транспортных происшествий на основе существующих интеллектуальных данных о дорожно-транспортных происшествиях, предложение ключевого содержания интеллектуального анализа дорожно-транспортных происшествий на основе требований модернизации технологий и повышения безопасности, а также разработка применимых методов расследования и идентификации интеллектуальных дорожно-транспортных происшествий могут помочь исследователям более глубоко понять недостатки современных интеллектуальных транспортных средств, сделать улучшения с точки зрения восприятия, принятия решений и исполнения, а также разработать более научные и полные меры по обеспечению безопасности дорожного движения и их улучшению. Учитывая сложность будущих дорожно-транспортных происшествий, предлагается как можно скорее установить соответствующие стандарты и правила для интеллектуальных транспортных средств, разъяснив юридическую ответственность, которую несет каждый субъект ответственности при авариях с интеллектуальными транспортными средствами, и предложив меры по управлению в соответствии с фактическими требованиями предотвращения аварий и обращения с ними.

3. В целом, несмотря на то, что исследованиям и разработкам интеллектуальных транспортных средств уделяется все больше внимания, по-прежнему существует большое количество проблем, которые необходимо решить. Для тестирования интеллектуального транспорта все еще требуется время.

## Библиографический список

- 1 Абдрахманов, М.С. Моделирование транспортных потоков в интеллектуальных транспортных системах / М.С. Абдрахманов. – Текст: электронный // Современные научные исследования и инновации. – 2021 – №7 (123). – С. 5-8. – EDN OKMMNR // НЭБ eLIBRARY.
- 2 Авдейчикова, Е.В. Преимущества внедрения интеллектуальных транспортных систем в городскую среду / Е.В. Авдейчикова, А.В. Маремуха. – Текст : электронный // Образование. Транспорт. Инновации. Строительство : сб. матер. V Нац. науч.-практ. конф., Омск, 28 – 29 апреля 2022 года. – Омск Сибирский государственный автомобильно-дорожный университет (СибАДИ), 2022 – С. 283-286. – EDN GVDEUF // НЭБ eLIBRARY.
- 3 Агапов, А.А. Синтез квазиоптимального закона управления на основе построения линии переключения с учетом анализа пучка квадратичных форм в составе интеллектуальной транспортной системы / А.А. Агапов, А.А. Костоглотов, С.В. Лазаренко. – Текст : непосредственный // Вестник РГУПС. - 2022 - №1 (85). - С. 177-185 // ЭБ НТБ РГУПС.
- 4 Аналитический обзор современных интеллектуальных информационных технологий в технике и на производстве / С.М. Ковалев, В. Снашел, А.Е. Колоденкова, А.В. Суханов. - Текст : непосредственный // Вестник РГУПС. - 2019 - № 1 (73). - С. 60-75 // ЭБ НТБ РГУПС.
- 5 Аристова, Д.А. Эффекты внедрения интеллектуальных транспортных систем / Д.А. Аристова, Е.З. Макеева, О.В. Федорова. - Текст : электронный // Транспортное дело России. – 2022 – № 1 – С. 114-115. – DOI 10.52375/20728689\_2022\_1\_114. – EDN FTTQWY // НЭБ eLIBRARY.

## References

1. Abdrakhmanov, M.S. Modeling of transport flows in intelligent transport systems / M.S. Abdrakhmanov. – Text: electronic // Modern scientific research and innovation. – 2021 – No. 7 (123). – P. 5-8. – EDN OKMMNR // NEB eLIBRARY.
2. Avdeychikova, E.V. Advantages of introducing intelligent transport systems into the urban environment / E.V. Avdeychikova, A.V. Maremukha. – Text: electronic // Education. Transport. Innovation. Construction: Sat. mater. V National scientific-practical Conf., Omsk, April 28 – 29, 2022. – Omsk Siberian State Automobile and Highway University (SibADI), 2022 – P. 283-286. – EDN GVDEUF // NEB eLIBRARY.
3. Agapov, A.A. Synthesis of a quasi-optimal control law based on the construction of a switching line taking into account the analysis of a bunch of quadratic forms as part of an intelligent transport system / A.A. Agapov, A.A. Kostoglotov, S.V. Lazarenko. – Text: direct // Bulletin of the Russian State University of PS. - 2022 - No. 1 (85). - pp. 177-185 // EB NTB RGUPS.
4. Analytical review of modern intelligent information technologies in technology and production / S.M. Kovalev, V. Snashel, A.E. Kolodenkova, A.V. Sukhanov. - Text: direct // Bulletin of the Russian State University of PS. - 2019 - No. 1 (73). - pp. 60-75 // EB NTB RGUPS.
5. Aristova, D.A. Effects of implementing intelligent transport systems / D.A. Aristova, E.Z. Makeeva, O.V. Fedorov. - Text: electronic // Transport business of Russia. – 2022 – No. 1 – P. 114-115. – DOI 10.52375/20728689\_2022\_1\_114. – EDN FTTQWY // NEB eLIBRARY.

УДК 621.87

*Воронежский государственный  
технический университет  
Канд. техн. наук, доцент кафедры  
строительной техники и инженерной  
механики имени профессора Н.А. Ульянова  
Е.А. Тарасов  
Канд. техн. наук, доцент кафедры  
строительной техники и инженерной  
механики имени профессора Н.А. Ульянова  
А.Н. Щиенко  
Студенты группы НТС-191  
М.Р. Малыхин, Ю. Орлов, А.Е. Филонов  
Россия, г. Воронеж, тел. +7(473) 2-77-01-29  
e-mail: stim@vgasu.vrn.ru*

*Voronezh State  
Technical University  
Cand. of Tech. Science, Associate prof. of the  
chair of construction machinery and engi-  
neering mechanics of a name of professor  
N.A. Ulyanov E.A. Tarasov  
Cand. of Tech. Science, Associate prof. of the  
chair of construction machinery and engi-  
neering mechanics of a name of professor  
N.A. Ulyanov A.N. Shchienko  
Students of the NTS-191 group  
M.R. Malykhin, Yu. Orlov, A.A. Filonov  
Russia, Voronezh, tel. +7(473) 2-77-01-29  
e-mail: stim@vgasu.vrn.ru*

Е.А. Тарасов, А.Н. Щиенко, М.Р. Малыхин, Ю. Орлов, А.Е. Филонов

## **НЮАНСЫ ПРОИЗВОДСТВА АВТОТЕХНИЧЕСКОЙ ЭКСПЕРТИЗЫ ПО ДТП**

Рассмотрены характеристики судебной автотехнической экспертизы в на примере аварии, произошедшей в результате попытки запуска двигателя транспортного средства КамАЗ 5420. Сделан вывод, что для проведения экспертизы по ДТП необходимо одновременно изучить и техническую, и юридическую точки зрения.

**Ключевые слова:** автотехническая экспертиза, ДТП, криминалистика, автомобиль.

Е.А. Tarasov, A.N. Shchienko, M.R. Malykhin, Yu. Orlov, A.E. Filonov

## **THE NUANCES OF THE PRODUCTION OF AN AUTOMOTIVE TECHNICAL EXAMINATION OF AN ACCIDENT**

The characteristics of forensic automotive expertise in the example of an accident that occurred as a result of an attempt to start the engine of a Ka-mAZ 5420 vehicle are considered. It is concluded that in order to conduct an accident examination, it is necessary to simultaneously study both the technical and legal points of view.

**Keywords:** Automotive Technical Expertise, Road Accidents, Criminalistics, Car.

Довольно часто технические характеристики автомобиля играют решающую роль при определении алгоритма аварии. В то же время в отдельных случаях принимая во внимание данные характеристики требуется решать вопрос об определении статуса лиц, имеющих отношение к этому инциденту.

Согласно Постановлению Правительства Российской Федерации от 23 октября 1993 № 1090 «О ПДД» (совместно с «Основными положениями по допуску автомобилей к эксплуатации и обязанности должностных лиц по обеспечению БДД»), этими людьми могут быть водители, пешеходы, пассажиры, регулировщики, то есть:

- "Водитель" - человек, находящийся за рулем автомобиля. К нему также приравнивается инструктор по вождению.

- "Пассажир" - человек, не являющееся водителем, присутствующий в автомобиле, и человек, входящий в автомобиль, либо выходящий из него.

- "Пешеход" - человек, находящийся вне автомобиля на дороге и не выполняющий на ней никаких работ. К пешеходам также относятся люди, которые осуществляют передвижение в инвалидных колясках, лица, ведущие велосипед, а также применяющие в целях передвижения самокаты, роликовые коньки, другие подобные средства.

- "Регулировщик" - человек, которое имеет право регулировать движение на дороге с использованием сигналов, определенных Правилами, напрямую обеспечивая указанное регулирование. Он обязан быть в специальной форме либо иметь экипировку и отличительный знак. Регулировщиками могут являться полицейские, сотрудники военной автоинспекции, дорожные работники, дежурные на паромных переправах и ж/д переездах при осуществлении ими служебных обязанностей. Также регулировщиками являются уполномоченные лица, работающие в подразделениях безопасности на транспорте, которые занимаются всеми видами досмотра, надзором либо беседами по установлению безопасности на транспорте относительно регулирования движения на дорогах, установленные постановлением Правительства РФ от 18.07.2016 года №686.

Важно отметить, что совмещение необходимости параллельного учета технических характеристик автомобиля и установления статуса лиц, попавших в конкретную аварию, требует соответствующих знаний у специалистов как в юридической сфере, так и в сфере автомобильной техники [1].

Довольно распространенным типом аналогичных аварий являются аварии, произошедшие вследствие устранения неисправностей транспортного средства на дороге при вынужденной остановке или парковке.

Значительная часть таких аварий происходит из-за попыток запустить двигатель при различных неисправностях последнего.

Рассмотрим характеристики судебного автомобильно-технического исследования в подобных случаях на примере аварии, произошедшей в результате попытки запуска двигателя транспортного средства КамАЗ 5420.

Водитель данного транспортного средства привез груз в пункт назначения, разгрузил его, затем сел на водительское место, пассажир находился на пассажирском сиденье в кабине автомобиля.

Попытка завести двигатель поворотом ключа в замке зажигания не удалась, так как стартер не отреагировал на данное действие. Пассажиру рассматриваемого транспортного средства водитель объяснил, что такая проблема существовала и раньше. Затем водитель автомобиля КамАЗ 5420 взял гаечный ключ, вышел из транспортного средства, сказав пассажиру «как только я скажу, поверни ключ в замке зажигания», потом залез под машину с намерением запустить двигатель снизу, при помощи внешнего замыкания контактов стартера.

Рассмотрим технические характеристики этого автомобиля.

Данное транспортное средство оснащено восьмицилиндровым дизельным двигателем, его мощность составляет 209 лошадиных сил.

Для запуска двигателя необходим стартер СТ142Б2, в виде электромотора с мощностью 8,5 киловатт, работающий от 24-вольтовой аккумуляторной кислотной батареи при пусковом токе до 800 А.

Эти характеристики стартера продиктованы тем, что для запуска мотора необходим большой (до 150 нанометров) крутящий момент.

Вращение стартера происходит во время замыкания клемм. Это достигается за счет перемещения втягивающего реле. В случае выхода из строя этого реле и других повреждениях

в электрической цепи, идущей от ключа зажигания к стартеру, контакты не замыкаются, а стартер не вращается, соответственно ДВС не запускается.

Так как эти контакты имеют внешние точки подключения, выполненные в виде болтов с гайками, в принципе возможно, что электродвигатель включается во время внешнего замыкания, что, в свою очередь, приводит в действие обмотку якоря электромотора (стартера).

Этот метод проверки рабочего состояния стартера применяется, когда последний снят с транспортного средства и перемещен на стенд.

К этим контактам можно получить доступ и снизу. Принимая во внимание тот факт, что водитель транспортного средства КамАЗ 5420 взял ключ (то есть токопроводящий предмет), можно предположить, что он решил включить стартер именно этим методом (посредством внешнего замыкания).

Чтобы понять причины произошедшего в дальнейшем (двигатель был запущен, и транспортное средство начало двигаться, потому что была активирована 3-я передача, водитель скончался вследствие переезда его тела колесами автомобиля КамАЗ 5420), следует отметить следующие факты.

Как уже упоминалось выше, рассматриваемое транспортное средство было оснащено дизельным двигателем, который должен запускаться путем самовоспламенения топлива при сжатии, а не при достижении необходимой частоты вращения коленчатого вала. То есть, этот тип двигателя запускается после 1-1,5 оборотов коленвала, при этом частота вращения составляет всего 100-150 оборотов в минуту (при рабочей частоте 500-600 оборотов в минуту).

Так как подача электрических импульсов в рабочие цилиндры дизельного двигателя для воспламенения горючей смеси не требуется, значит поворот ключа в замке зажигания (в нашей ситуации) после внешнего замыкания контактов гаечным ключом и включения стартера не сыграл никакой роли.

Другими словами, запуск двигателя транспортного средства осуществляет внешнее замыкание и запуск стартера, без влияния поворота ключа в замке зажигания.

То есть действия пассажира транспортного средства КамАЗ 5420 проявившиеся в виде поворота ключа зажигания (при соответствующих словах водителя), не относятся к запуску двигателя, а также последующему движению данного транспортного средства [2].

Так как в этот момент включена передача (согласно материалам дела 3-я), вполне закономерно, что транспортное средство начало движение сразу при запуске двигателя.

Основные результаты экспертизы этой аварии:

1. Водитель транспортного средства покинул свое место, не предприняв никаких действий, чтобы исключить движение автомобиля (не выключив 3-ю скорость).
2. Пассажир, который повернул ключ в замке зажигания рассматриваемого автомобиля, не был и не мог быть водителем рассматриваемого автомобиля, так как его действие не осуществило движение автомобиля КамАЗ 5420.

Технической причиной этой аварии было то, что транспортное средство КамАЗ 5420 произвело движение, вследствие внештатного запуска стартера двигателя, при включенной 3-ей передаче.

Эта авария была результатом действий водителя, противоречащих требованиям пунктов 1.3, 1.5, 12.8 Правил дорожного движения Российской Федерации [3]:

- Участники движения на дороге должны знать и соблюдать соответствующие рекомендации, отраженные в ПДД, сигналы светофора, разметку и дорожные знаки, выполнять требования регулировщиков, которые работают в рамках переданных им полномочий и регулируют движение на дороге с помощью определенных сигналов.

- Участникам движения на дороге нельзя создавать опасность для движения. Нельзя загрязнять либо повреждать дорожное покрытие, убирать, повреждать, загромождать светофоры, дорожные знаки, иные средства организации движения на дороге, оставлять какие-либо предметы, мешающие движению транспорта. Лицо, создавшее препятствие, должно уstra-

нить последнее, в случае невозможности справиться своими силами, необходимо проинформировать участников дорожного движения об опасности, а также сообщить в правоохранительные органы.

- Водитель может выйти из автомобиля либо оставить последний лишь в том случае, если он принял соответствующие меры предосторожности, чтобы предотвратить самопроизвольное движение автомобиля.

В то же время отсутствуют какие-либо признаки несоответствия действий пассажира рассматриваемого транспортного средства требованиям правил дорожного движения Российской Федерации.

То есть для проведения экспертизы по аварии необходимо одновременно изучить и техническую, и юридическую точки зрения.

#### Библиографический список

1. Байэтт Р. Расследование дорожно-транспортных происшествий / Р. Байэтт, Р. Уотс. М.: Транспорт, 1978. 288 с.
2. Тарасов Е.А. Особенности и тактика назначения судебной автотехнической экспертизы с учетом необходимости ситуационного моделирования обстоятельств возникновения ДТП / Е.А. Тарасов // Транспортное право. 2020. № 2. С. 25–28.
3. Россинская Е.Р. Концепция частной криминалистической теории «информационно-компьютерное обеспечение криминалистической деятельности» / Е.Р. Россинская // Деятельность правоохранительных органов в современных условиях : сборник материалов XXIII Международной науч.-практ. конференции в 2 т. Иркутск: Восточно-Сибирский институт МВД РФ, 2018. С. 113-118.

#### References

1. Byatt R. Investigation of road traffic accidents / R. Byatt, R. Watts. M.: Transport, 1978. 288 p.
2. Tarasov E.A. Features and tactics of prescribing a forensic automotive technical examination, taking into account the need for situational modeling of the circumstances of the occurrence of an accident / E.A. Tarasov // Transport law. 2020. No. 2. pp. 25–28.
3. Rossinskaya E.R. The concept of private forensic theory “information and computer support for forensic activities” / E.R. Rossinskaya // Activities of law enforcement agencies in modern conditions: collection of materials of the XXIII International Scientific and Practical. conference in 2 volumes. Irkutsk: East Siberian Institute of the Ministry of Internal Affairs of the Russian Federation, 2018. P. 113-118.

## **ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИЕ ТЕХНОЛОГИИ**

УДК 621.787.2

*Московский автомобильно-дорожный  
государственный технический университет  
студент 2 курса, группа 2мПР,  
Д.А. Варакин  
Россия, г. Москва, тел. +7 (977) 723-98-95  
e-mail: varakin-dmitrij@mail.ru  
Заведующий кафедрой ПРАДМ, профессор,  
д.т.н. В.А. Зорин  
Россия, г. Москва, тел. +7 (916) 638 21-43  
e-mail: madi-dm@list.ru  
Доцент кафедры ПРАДМ, к.т.н.  
И.С. Нефёлов  
Россия, г. Москва, тел. +7 (915) 199 91-84  
e-mail: iljanefelov@yandex.ru*

*Moscow Automobile and Road State  
Tech-nical University  
2 first year student, group 1mPR,  
D.A. Varakin  
Russia, Moscow, tel. +7 (977) 723-98-95  
e-mail: varakin-dmitrij@mail.ru  
Head of the Department of PREM, Professor,  
Doctor of Technical Sciences V.A. Zorin  
Russia, Moscow, tel. +9 (916) 638-21-43  
e-mail: madi-dm@list.ru  
Associate Professor of the Department of  
PRDM, Ph.D. I.S. Nefedov  
Russia, Moscow, tel. +7 (915) 199 91-84  
e-mail: iljanefelov@yandex.ru*

Д.А. Варакин, В.А. Зорин, И.С. Нефёлов

### **ВЛИЯНИЕ ПАРАМЕТРОВ ПРОГРАММ-СЛАЙСЕРОВ НА КАЧЕСТВО ДЕТАЛЕЙ МАШИН, ИЗГОТОВЛЕННЫХ С ПОМОЩЬЮ АДДИТИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ**

В статье рассматривается проблема выбора программы-слайсера в аддитивных технологиях. Основная задача заключается в правильном выборе программы-слайсера, ведь от выбора программы будет зависеть качество деталей машин, которые будут печататься на 3D-принтере по FDM технологии. За счет того, что мы уходим от традиционного производства к 3D-печати, мы можем уменьшить количество технологических процессов, тем самым снизить время изготовления и стоимость, повысить прочностные характеристики и точность напечатанных деталей. Полученные результаты анализа показывают, что необходимы в ближайшем будущем исследования в области внедрения аддитивных технологий, так как эта область является новой и малоизученной.

**Ключевые слова:** аддитивные технологии, автоматизация, программа-слайсер, качество, прочностные характеристики.

D.A. Varakin, V.A. Zorin, I.S. Nefelov

### **THE INFLUENCE OF SLICER PROGRAM PARAMETERS ON THE QUALITY OF MACHINE PARTS MANUFACTURED USING ADDITIVE TECHNOLOGIES**

The article deals with the problem of choosing a slicer program in additive technologies. The main task is to choose the right slicer program, because the quality of machine parts that will be printed on a 3D printer using FDM technology will depend on the choice of the program. Due to the fact that we are moving away from traditional production to 3D printing, we can reduce the number of technological processes, thereby reducing production time and cost, increasing the strength characteristics and accuracy of printed parts. The obtained results of the analysis show that research in the field of the introduction of additive technologies is necessary in the near future, since this area is new and poorly studied.

**Keywords:** additive technologies, automation, slicer program, quality, strength characteristics.

## **ВВЕДЕНИЕ**

Исследования в области аддитивных технологий играют важную роль в современном машиностроении, поскольку качество готовой продукции, печатаемой на 3D-принтерах, будет в значительной степени зависеть от выбранной программы резки, что особенно важно при печати деталей для машиностроения. Аддитивные технологии или технологии послойного синтеза обеспечивают развитие цифрового производства, открывая широкий спектр возможностей для изготовления изделий и деталей, печатаемых на 3D-принтерах. Кроме того, в их технологии создания роботов используется интуитивно понятный алгоритм. Сначала печатающее устройство считывает файл и начинает наносить материал слой за слоем; в конечном итоге получается конечный продукт [1]. Эта технология доказала свою ценность при создании прототипов и производстве изделий. Кроме того, эта технология позволяет использовать мелкосерийное производство вместо традиционных процессов массового производства, что снижает производственные цены на готовую продукцию. Существуют различные аддитивные технологии, разработанные для решения конкретных производственных задач в различных областях применения. Послойная технология обладает рядом преимуществ, которые выгодны различным отраслям промышленности, включая экономию сырья, снижение уровня отходов и более быстрое решение проблем. Тем не менее, выбор неправильного программного обеспечения увеличивает риск получения некачественной продукции с увеличенным временем изготовления и растратой избыточного сырья, что приводит к негативным отзывам [2]. Правильный выбор программного обеспечения может снизить ненужные затраты, сэкономить время и ускорить изготовление деталей машин на 3D-принтерах с использованием технологии FDM.

## **ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ**

### **Объекты и методика испытаний**

Традиционное производство включает в себя множество технологических процессов, которые увеличивают время и стоимость производства по сравнению с цифровыми методами [3]. Аддитивные технологии, более известные как 3D-печать, предлагают инновационное решение для производства изделий путем последовательного добавления материала на основе цифровых моделей. Аддитивные технологии используют этот пошаговый процесс, на каждом этапе которого создаются слои материала, которые затвердевают или фиксируются в соответствии с параметрами моделирования в программе САПР. Каждый последующий слой соединяется со своим предыдущим, в результате чего получается конечный продукт. В зависимости от требований и характеристик продукта могут использоваться различные материалы [4].

### **Результаты проделанной работы**

До начала проведения эксперимента, были сформулированы задачи и способы их решения, такие как: выбор устройства для печати; выбор материала; проектирование 3D-модели образца; выбор программ-слайсеров; изготовление и подготовка образцов для проведения испытаний; исследование структуры образцов на разных этапах реализации; получение и обработка результатов испытаний [5]; на основе полученных результатов, осуществить выбор в сторону той программы-слайсера, в которой будут самые высокие показатели прочности.

Перед началом тестирования необходимо было выбрать как 3D-принтер, так и материал для печати. Был выбран принтер Picaso 3D Designer из России, поскольку это инновационный настольный 3D-принтер, разработанный специально для использования на настольных ПК [6]. Простой в использовании, этот 3D-принтер позволяет пользователям создавать реальные объекты из виртуальных 3D-моделей. Для печати можно использовать промышленный ABS-пластик и экологически чистый PLA-пластик. В качестве материала был выбран АБС (акрилонитрилбутадиенстирол) [7], являющийся инженерным пластиком с многочисленными желательными свойствами. АБС-пластик отличается повышенной ударопрочностью в широком диапазоне температур, что делает его идеальным материалом для применений, где необходимы механическая прочность и жесткость - от производства бытовой техники и электроники до сложных конструкций в машиностроении, авиации и других областях. Этот материал находит применение во многих областях.

Для проведения испытаний были выбраны программы-слайсеры, такие как: Cura, IdeaMaker, PrussaSlicer, почему именно они? Ответ очень простой, поскольку они имеются в свободном доступе и в данных программах заложен большой набор инструментов и способы реализации продукта, чего нет в других программах.

Начало проведения эксперимента началось с создания 3D-модели в программе «Компас 3D» ПО ГОСТ 4651-2014 испытания на сжатие, согласно данному ГОСТ, были учтены размеры образца, которые подходят к универсальной машине УТС-110М-50. Затем данная 3D-модель была загружена во все три программы-слайсера (Cura, IdeaMaker, PrussaSlicer), где было определено по 10 образцов для каждой программы-слайсер и были заданы параметры структуры образца, которые являются самыми важными, для повышения прочностных показателей, к таким параметрам относятся:

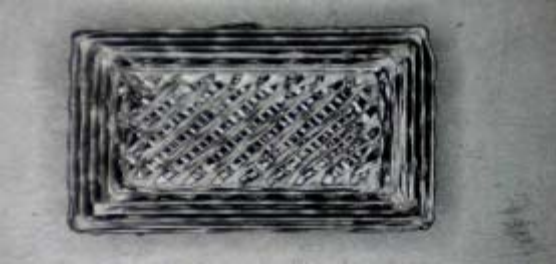
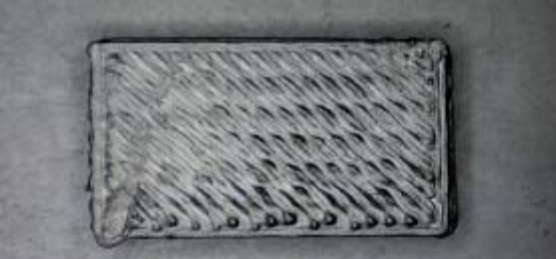

- 1) Процент заполнения (плотность заполнения) – 55%
- 2) Толщина слоя – 0,2 мм;
- 3) Скорость печати – 55 мм/с;
- 4) Температура сопла;
- 5) Направление линий;
- 6) Выравнивание шва – по оси z;
- 7) Скорость «крышки дна»;
- 8) Высота слоя.

После чего были определены настройки под принтер Picaso 3D Designer, преобразовано в gCode и осуществлена печать образцов. Для программы-слайсер «Cura», время печати составило - 39 минут, для программы-слайсер «IdeaMaker» - 43 минуты и для «PrussaSlicer» – 47 минут. Образцы после печати были изъяты из Picaso 3D Designer и обработаны. Обработка заключалась в удалении лишних заусенцев, которые могли повлиять на точность проведения испытаний.

Далее исследование образцов заключались в проведении контроля массы и отклонении размеров от заданных стандартов с помощью портативных весов i-2000 и штангенциркуль ШЦ-1-125, чтобы можно было понять подходят ли образцы для проведения испытаний на сжатие или нет, также были исследования под микроскопом с 10-ти кратным увеличением (табл.1.).

Таблица 1

Исследования под микроскопом до испытаний на сжатие




<b>Cura</b>		
<b>IdeaMaker</b>		
<b>PrussaSlicer</b>		

После исследований под микроскопом были проведены климатические испытания для каждой серии, по 5 образцов от каждой программы находились при комнатной температуре +24 градуса, другие по 5 образцов из каждой программы были помещены в холодильную камеру Komeg КНМ-64S при температуре -70 градусов, образцы испытывались на протяжении суток. Затем, те образцы, которые были изъяты их холодильной камеры, сразу был проведен контроль массы и отклонения размеров, после чего все образцы были помещены в испытательное оборудование на проведение испытаний на сжатие для всех серий образцов.

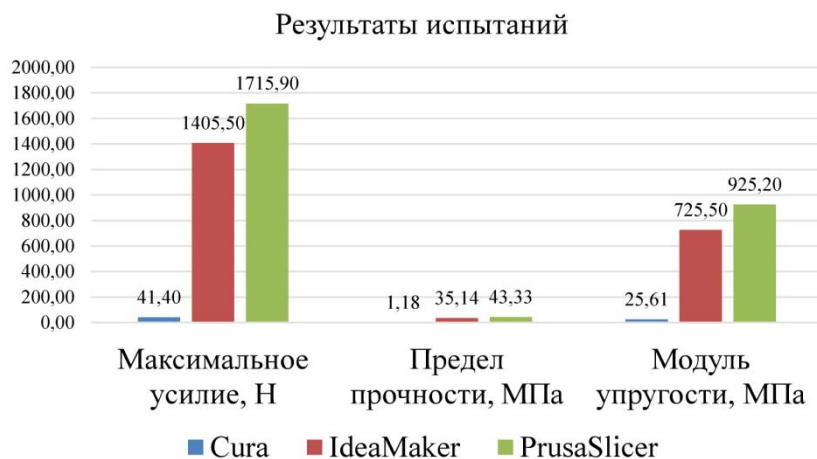
После чего проводились исследования под микроскопом, но уже после разрушения образцов (табл. 2.).

Таблица 2

Исследования под микроскопом после испытания на сжатие

<p><b>Cura</b></p>	
<p><b>IdeaMaker</b></p>	
<p><b>PrussaSlicer</b></p>	

Исходя из данной таблицы, можно сделать такое заключение, что климатические испытания никак не повлияли на результаты образцов и что детали автомобилей, изготовленных с помощью данной технологии, будут устойчивы к холоду, также можно сказать, что в программе-слайсер Cura наблюдается межслоевое растрескивание пластика при испытаниях на сжатие указывает на наличие слабостей или дефектов в структуре материала. Это может быть связано с неправильной настройкой параметров печати, недостаточной адгезией между слоями или неправильным выбором материала. В программах-слайсерах IdeaMaker и PrussaSlicer наблюдается поперечный вид разрушения, позволяет определить, насколько пластик способен выдерживать сжатие и какие изменения происходят в его структуре при нагрузке. Это важно при выборе материала для изготовления ответственных деталей, так как пластик должен обладать достаточной прочностью и устойчивостью к сжатию, чтобы избежать возможных аварийных ситуаций или поломок. Результаты проведения испытаний, можно посмотреть на рисунке.



**Рис.** Результаты испытаний

### **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

На основании столбчатого графика и полученных значений по нему, можно сделать вывод что самая высокая прочность будет в программе-слайсер «PrusaSlicer» – 1715,9 Н, самый высокий предел прочности будет обеспечен в программе-слайсер «PrusaSlicer» – 43,33 Мпа и модуль упругости с значением 925,20 Мпа, будет также обеспечен в программе-слайсер «PrusaSlicer». Исходя из вышеизложенного, можно сделать вывод, что для печати более ответственных деталей рекомендуется использовать данное программное обеспечение. Это позволит обеспечить максимальную надежность и высокое качество готовых изделий. Поскольку 3Д принтер является технологическим оборудованием высокой точности, оно является чувствительным к внешним воздействиям. Это вибрация и температура окружающей среде, что сказывается на качестве готовых деталей и эксплуатационных свойствах.

### **Библиографический список**

1. Тагиев, Р. С. Аддитивные технологии в автомобилестроении / Р. С. Тагиев // Перспективные направления развития автотранспортного комплекса: Сборник статей IX Международной научно-производственной конференции, Пенза, 17–18 ноября 2016 года / Под общей редакцией В.В. Салмина. – Пенза: Пензенская государственная сельскохозяйственная академия, 2016. – С. 65-69. – EDN XRUAAT.
2. Нурбердиев, А. А. Исследование технологических возможностей применения 3D принтеров для моделирования деталей машин и оборудования в машиностроении / А. А. Нурбердиев, А. Е. Халит // Инновации в технологиях и образовании: Сборник статей участников XIV Международной научно-практической конференции, Белово, 25 марта 2022 года. Том 1. – Белово: Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева, 2022. – С. 40-41. – EDN XOWRLM.
3. Костяков, А. Е. Анализ применения различных типов 3D-принтеров в машиностроении / А. Е. Костяков // Интерактивная наука. – 2023. – № 8(84). – С. 7-13. – DOI 10.21661/r-560722. – EDN MCTIGU.
4. Исследование возможности применения аддитивной технологии в серийном производстве / А. В. Шимохин, А. А. Таткало, А. С. Бардола, М. К. Сердалин // Роль научно-исследовательской работы обучающихся в развитии АПК: Сборник III Всероссийской (национальной) научно-практической конференции, Омск, 10 февраля 2022 года. – ФГБОУ ВО Омский ГАУ: Омский государственный аграрный университет имени П.А. Столыпина, 2022. – С. 472-478. – EDN VMCTLK.

5. Хаба, Э. Технологические возможности эффективного применения аддитивных технологий для изготовления деталей машин / Э. Хаба, В. А. Тимирязев // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). – 2018. – № 8. – С. 156-162. – DOI 10.25018/0236-1493-2018-8-0-156-162. – EDN XVLSYP.
6. Кукушкина, В. А. Применение 3d-моделирования и аддитивных технологий в машиностроении / В. А. Кукушкина, Ю. А. Бордюгова // Информационные технологии и математическое моделирование в управлении сложными системами. – 2022. – № 1(13). – С. 63-69. – DOI 10.26731/2658-3704.2022.1(13).63-69. – EDN SYMDNG.
7. Сергеева, О. Ю. Аддитивные технологии и 3D-моделирование / О. Ю. Сергеева // Нанотехнологии в строительстве: научный интернет-журнал. – 2018. – Т. 10, № 4. – С. 142-158. – DOI 10.15828/2075-8545-2018-10-4-142-158. – EDN UXHUMM.
8. Характеристики Picaso 3D Designer. URL: <https://picaso-3d.ru/ru/products/printers/picaso-3d-designer/>.
9. Abs пластик. URL: <https://pplist.ru/infopolimer/abs-plastik/chto-takoe-abs-plastik.html>.
10. Применение Abs пластика. URL: <https://www.hims.ru/articles/n9/>.

#### References

1. Tagiev, R. S. Additive technologies in the automotive industry / R. S. Tagiev // Promising directions of development of the motor transport complex: Collection of articles of the IX International Scientific and Production Conference, Penza, November 17-18, 2016 / Under the general editorship of V.V. Salmin. – Penza: Penza State Agricultural Academy, 2016. – pp. 65-69. – EDN XRUAAT.
2. Nurberdiev, A. A. Research of technological possibilities of using 3D printers for modeling machine parts and equipment in mechanical engineering / A. A. Nurberdiev, A. E. Halit // Innovations in technology and education: A collection of articles by participants of the XIV – Belovo: Kuzbass State Technical University named after T.F. Gorbachev, 2022. – pp. 40-41. – EDN XOWRLM.
3. Kostyakov, A. E. Analysis of the use of various types of 3D printers in machine building / A. E. Kostyakov // Interactive science. – 2023. – № 8(84). – Pp. 7-13. – DOI 10.21661/r-560722. – EDN MCTIGU.
4. Investigation of the possibility of using additive technology in serial production / A.V. Shimokhin, A. A. Tatkalo, A. S. Bardola, M. K. Serdalin // The role of scientific research work of students in the development of agriculture: Collection of the III All-Russian (national) scientific and practical conference, Omsk, February 10, 2022 Go-yes. – Omsk State Agrarian University: Omsk State Agrarian University named after P.A. Stolypin, 2022. – pp. 472-478. – EDN VMCTLK.
5. Khaba, E. Technological possibilities of effective application of additive technologies for the manufacture of machine parts / E. Khaba, V. A. Timiryazev // Mining information and analytical bulletin (scientific and technical journal). - 2018. – No. 8. – pp. 156-162. – DOI 10.25018/0236-1493-2018-8-0-156-162. – EDN XVLSYP.
6. Kukushkina, V. A. Application of 3d modeling and additive technologies in machine building / V. A. Kukushkina, Yu. A. Bordyugova // Information technologies and mathematical modeling in the management of complex systems. – 2022. – № 1(13). – Pp. 63-69. – DOI 10.26731/2658-3704.2022.1(13).63-69. – EDN SYMDNG.
7. Sergeeva, O. Yu. Additive technologies and 3D modeling / O. Yu. Sergeeva // Nanotechnology in construction: scientific online journal. – 2018. – Vol. 10, No. 4. – pp. 142-158. – DOI 10.15828/2075-8545-2018-10-4-142-158. – EDN UXHUMM.
8. Characteristics of Picaso 3D Designer. URL: <https://picaso-3d.ru/ru/products/printers/picaso-3d-designer/>.
9. Abs plastic. URL: <https://pplist.ru/infopolimer/abs-plastik/chto-takoe-abs-plastik.html>.
10. The use of Abs plastic. URL: <https://www.hims.ru/articles/n9/>.

*Воронежский государственный технический университет*

*Студенты и магистранты дорожно-транспортного факультета*

*В.А. Лобков*

*e-mail: lobkov\_313@mail.ru*

*А.И. Гетман*

*e-mail: getman@vortechs.team*

*М.А. Долгих*

*e-mail: mikhail\_dolgikh\_2015@mail.ru*

*М.В. Степанов*

*e-mail: stepanoff.mish2014@yandex.ru*

*В.В. Куликов*

*e-mail: starostabetm181@gmail.com*

*Канд. техн. наук, доц. кафедры строительной техники и инженерной механики имени профессора Н.А. Ульянова*

*Н.М. Волков*

*Россия, г. Воронеж, тел. +7(473) 271-59-18*

*e-mail: volkne@bk.ru*

*Voronezh State*

*Technical University*

*Students and Master student of the Faculty of Road Transport Faculty*

*V.A. Lobkov*

*e-mail: lobkov\_313@mail.ru*

*A.I. Getman*

*e-mail: getman@vortechs.team*

*M.A. Dolgikh*

*e-mail: mikhail\_dolgikh\_2015@mail.ru*

*M.V. Stepanov*

*e-mail: stepanoff.mish2014@yandex.ru*

*V.V. Kulikov*

*e-mail: starostabetm181@gmail.com*

*D.Sc.(Engineerin), Associate prof. of the chair construction machinery and engineering mechanics of a name of professor N.A. Ulyanov*

*N.M. Volkov*

*Russia, Voronezh, tel. +7(473) 271-59-18*

*e-mail: volkne@bk.ru*

В.А. Лобков, А.И. Гетман, М.А. Долгих, М.В. Степанов, В.В. Куликов, Н.М. Волков

## **ИССЛЕДОВАНИЕ ПРИМЕНЕНИЯ СОВРЕМЕННЫХ ТЕСТЕРОВ АККУМУЛЯТОРНЫХ БАТАРЕЙ ПРИ ОБСЛУЖИВАНИИ АККУМУЛЯТОРОВ РАЗЛИЧНЫХ ТИПОВ**

Рассматривается анализ возможности применения современных тестеров представленных на рынке. Подготовлен структурный анализ различных возможностей исследуемых гаджетов.

**Ключевые слова:** тестер, аккумулятор, современный.

V.A. Lobkov, A.I. Getman., M.A. Dolgikh, M.V. Stepanov, V.V. Kulikov, N.M. Volkov

## **STUDY OF THE USE OF MODERN BATTERY TESTERS WHEN SERVICING VARIOUS TYPES OF BATTERIES**

An analysis of the possibility of using modern testers on the market is considered. A structural analysis of the various capabilities of the gadgets under study has been prepared.

**Keywords:** tester, battery, modern.

Современные тестеры аккумуляторных батарей способны за короткий промежуток времени измерить, посчитать, составить графики состояния бортового аккумулятора наземно-транспортного средства. Издавна автолюбители и работники сервисов пользовались примитивными способами отслеживания состояния аккумулятора. Для этого применялись вольтметр и нагрузочная вилка - это старые и проверенные временем инструменты, которые

имеют высокую точность, но также и серьезные недостатки - малая информативность, низкое удобство использования, не имеют возможности проверки работоспособности бортовой системы зарядки автомобиля и разряжают аккумулятор при проведении исследования.

Развитие отрасли инструментов для диагностики автомобиля позволило усовершенствовать способы проведения исследования на аккумуляторах. Актуальные устройства для тестирования аккумулятора имеют сравнительно доступную цену как для автосервисов, так и для рядовых автолюбителей. На рынке представлены тестеры с разнообразными возможностями, подходящими под любые запросы. Все они имеют возможность проверять показатели определяющие состояние аккумулятора, тестировать бортовую систему зарядки автомобиля. Отдельные гаджеты имеют возможность соединиться с телефоном по Bluetooth для удобства хранения и пересылки данных о тесте, имеют возможность печати результатов измерения в виде чека - очень удобная функция для автосервисов.

В отчете ниже можно увидеть пример теста генератора автомобиля. Какие выводы из данного графика можно сделать? Бортовая система зарядки дает стабильное напряжение на аккумулятор, от 14.25 до 14.53 вольт - этого достаточно для качественной зарядки батареи. При увеличении оборотов на вале генератора график будет изменяться и постепенно расти.

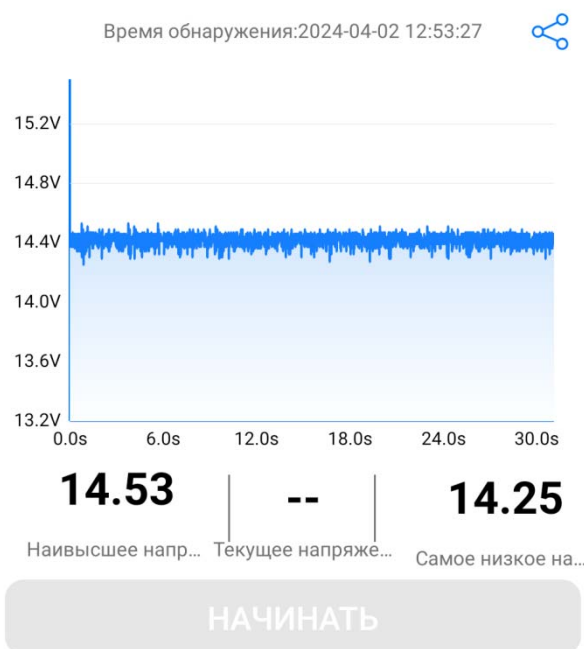


Рис. 1. Результаты измерений напряжения при работе генератора

Напряжение – очень важный показатель состояния аккумулятора, до изобретения качественных тестеров при использовании вольтметра для отслеживания состояния батареи показатель напряжения использовался для расчета всех данных вручную. Современные тестеры способны не только измерять этот показатель, но и строить и хранить график изменения вольтажа с течением времени. На прикрепленном графике ниже можно точно определить момент запуска двигателя автомобиля от исследуемого аккумулятора.

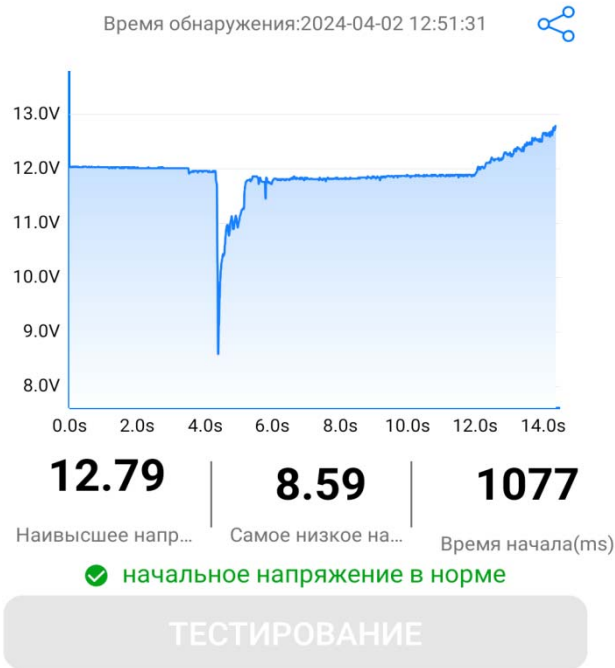


Рис. 2. Результаты измерений напряжения на аккумуляторе в момент заведения автомобиля

В момент запуска происходит просадка напряжения до 8.5 вольт и последующее восстановление этого параметра до стандартных 12 вольт, далее можно определить начало работы генератора автомобиля, который повышает напряжение до 13 вольт для зарядки батареи.

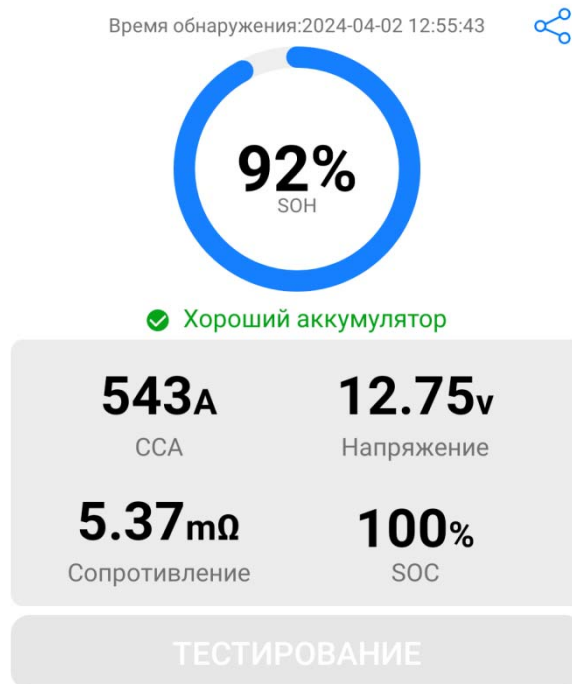


Рис. 3. Полный отчет о состоянии исследуемого аккумулятора

Из приведенного выше отчета о тесте аккумулятора можно многое узнать о состоянии аккумулятора. SOC (State of Charge) равен 100% - это означает, что степень заряда батареи максимальная и энергия запасенная в ней равна заводской. SOH (State of Health) - показатель также известный как степень износа, определяет ёмкость на данный момент по сравнению с изначальной. CCA — ток холодной прокрутки. Ток холодной прокрутки измеряется в амперах и отражает стартерные характеристики аккумулятора. Чем выше ток, тем аккумулятор легче заведет автомобиль. Измерение напряжения и сопротивления аккумулятора выводится по умолчанию, данные значения используются для расчета остальных показателей. Данный формат отчета о состоянии батареи был выполнен на тестере KONNWEI BK100.

Были произведены замеры на 4 аккумуляторах, с заведомо известным состоянием разных показателей и была выявлена погрешность на измерения тестера до 11%.

### Вывод

С современными технологиями тестеры для аккумуляторов стали доступны не только профессиональным автосервисам, но и простым автолюбителям. Они способны производить расчеты большинства параметров аккумуляторов за доли секунды и с высокой точностью, облегчая жизнь автолюбителю. Использование этих устройств позволяет прогнозировать долговечность и строить график жизненного цикла аккумуляторов, поможет быстро выявить неисправность бортовой системы зарядки аккумулятора автомобиля. Несмотря на не высокую точность тестера, принимая во внимание сравнительно доступную цену, целесообразно использовать данный инструмент для прогнозирования жизненного цикла аккумулятора, что позволит увеличить ресурс до замены и сократить расходы на эксплуатацию.

### Библиографический список

1. Исследование научного отделения журнала “За рулем” о возможностях современных автомобильных тестеров. – URL: <https://www.zr.ru/content/articles/949916-testiruem-testery/>.
2. Терминология описывающая параметры аккумулятора. – URL: <https://batteryservice.ru/news/terms-params-soh-soc/>.
3. Сравнительная таблица разных тестеров. – URL: <https://tehnopage.ru/tablitisa-sravneniya-kitayskikh-testerov>.
4. Гид по технологиям и профилактике разных видов аккумуляторов URL: <https://www.drive2.ru/o/b/608168194821078836/>.

### References

1. Research by the scientific department of the magazine “Behind the Wheel” on the capabilities of modern automobile testers. – URL: <https://www.zr.ru/content/articles/949916-testiruem-testery/>.
2. Terminology describing battery parameters. – URL: <https://batteryservice.ru/news/terms-params-soh-soc/>.
3. Comparison table of different testers. – URL: <https://tehnopage.ru/tablitisa-sravneniya-kitayskikh-testerov>.
4. Guide to technology and prevention of different types of batteries – URL: <https://www.drive2.ru/o/b/608168194821078836/>.

# **СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ И ИЗДЕЛИЯ**

УДК 625.7

*Воронежский государственный  
технический университет  
Аспирант кафедры электропривода, авто-  
матики и управления в технических систе-  
мах, Воронежский государственный техни-  
ческий университет И.Н. Волков  
Россия, г. Воронеж, тел. +7(908) 141-26-12  
e-mail: ivan1900volkov@mail.ru  
Канд. техн. наук, доц.  
Н.М. Волков  
e-mail: volkne@bk.ru  
Россия, г. Воронеж, +7(904) 214-68-47*

*Voronezh State  
Technical University  
Postgraduate student of the Department of  
Electric Drive, Automation and Control in  
Technical Systems, Voronezh State Technical  
University I.N. Volkov  
Russia, Voronezh, tel. +7(908)141-26-12  
e-mail: ivan1900volkov@mail.ru  
Cand. tech. Sciences, Associate Professor  
N.M. Volkov  
e-mail: volkne@bk.ru  
Russia, Voronezh, tel. +7(904) 214-68-47*

И.Н. Волков, Н.М. Волков

## **АВТОМАТИЗАЦИЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ АСФАЛЬТОБЕТОННЫХ СМЕСЕЙ**

Автомобильные дороги являются важной частью производственной инфраструктуры страны, поэтому развитие строительной индустрии в этой области является приоритетной задачей. Следует отметить, что внедрение средств автоматизации в технологические процессы строительства автомобильных дорог позволяет существенно повысить их качество и срок эксплуатации. В статье рассматривается проблематика автоматизации управления технологическим процессом производства асфальтобетонных смесей, одной из существенных в дорожной строительной индустрии, а также структура системы управления.

**Ключевые слова:** асфальтобетонная смесь, автоматизация технологических процессов, система управления, высокоточное дозирование, контроль параметров.

I.N. Volkov, N.M. Volkov

## **AUTOMATION OF PRODUCTION OF ASPHALT CONCRETE MIXTURES**

Highways are an important part of the country's industrial infrastructure, so the development of the construction industry in this area is a priority. It should be noted that the introduction of automation tools into the technological processes of highway construction can significantly improve their quality and service life. The article discusses the problems of automation of control of the technological process of production of asphalt concrete mixtures, one of the significant ones in the road construction industry, as well as the structure of the control system.

**Keywords:** asphalt concrete mixture, automation of technological processes, control system, high-precision dosing, parameter control.

### **Технологические процессы при производстве асфальтобетонных смесей**

Асфальтобетон-это материал, который получается в результате затвердевания битума и смеси минеральных веществ. Так как материал имеет искусственное происхождение, то он вырабатывается в специализированных предприятиях: асфальтобетонных заводах. [1]

Самое важное, при изготовлении данной смеси – это во время смешивания ингредиентов получить идеальную однородность, с правильной плотностью и густотой. Технология производства асфальтобетонной смеси состоит из нескольких этапов. Первый этап – подготовительный. Необходимо разработать состав смеси в лабораторных условиях. Затем, для получения точного состава, требуется предварительно отсортировать материалы. В завершении подготовительной части, нужно сравнить количество материала, отпускаемое со склада с лабораторными значениями. Второй этап – основной.

Материалы транспортируются к месту смешивания, а затем смешиваются все необходимые компоненты и вплоть до укладки должна поддерживаться постоянная температура от 140°C до 170 °C.

Требуется правильная дозировка всех ее компонентов. В определении доли щебня в асфальтобетоне требуется обратиться в ГОСТ 9128-2013[2], который рекомендует фактический полный остаток на сите 5 мм (разность между 100 и полным проходом на сите 5 мм). Для подсчета полный остаток на сите 5 мм ( $A_{\phi}$ ) назначается посередине между пределами полных остатков на данном сите. Количество щебня можно определить по формуле

$$D_{щ} = \frac{A_{\phi}}{A_{зад}}, \quad (1)$$

где  $D_{щ}$  – объемная доля щебня в смеси, %;  
 $A_{\phi}$  – фактический полный остаток на сите, %;  
 $A_{зад}$  – полный остаток на сите 5 мм в исходном щебне, %.

Дозировки минерального порошка должно быть столько, чтобы гарантировать необходимую степень структурирование битума в асфальтобетоне и в итоге обеспечить его прочность. Для этого используют сито с отверстием 0,071 мм. Через него проходит минеральный порошок и фактический полный проход принимают по минимальному значению. На всех современных установках минеральный порошок дозируется в отдельном весовом дозаторе с погрешностью не более  $\pm 1,5$  %. Вычисление проводят с помощью формулы[3]

$$D_{мп} = \frac{P_{\phi}}{P_{зад}}, \quad (2)$$

где  $D_{мп}$  – доля минерального порошка, %;  
 $P_{\phi}$  – фактический полный проход минерального порошка через сито 0,071 мм;  
 $P_{зад}$  – полный проход через сито 0,071 мм в исходном состоянии минерального порошка.

Для расчета доли песка требуется определить дозировку щебня и минерального порошка.

Так как сумма всех компонентов 100%, то формула для расчета доли песка будет выглядеть так

$$D_n = 100 - (D_{щ} + D_{мп}), \quad (3)$$

где  $D_{щ}$  – объемная доля щебня в смеси, %;  
 $D_{мп}$  – доля минерального порошка, %;  
 $D_n$  – доля песка, %.

Дозировку битума можно определить по битумоемкости минеральных зерен. Определяется удельная битумоемкость каждой фракции минеральной смеси с учетом петрографической характеристики исходной горной породы щебня, песка и минерального порошка и пофракционной битумоемкости этих пород по формуле

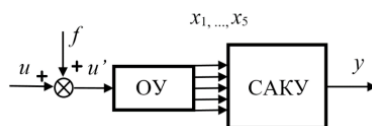
$$B = K \sum B_i P_i, \quad (4)$$

где  $B_i$  – битумоемкость фракции;  
 $P_i$  – содержание фракции в смеси, в частях от целого;  
 $K$  – коэффициент, зависящий от марки битума.

## Автоматизация технологических процессов

Для автоматизации разработаны фирменные системы контроля. Как отмечается в работе [4], их физический смысл заключается в наличии функциональной зависимости степени уплотнения дорожного материала от его жесткости.

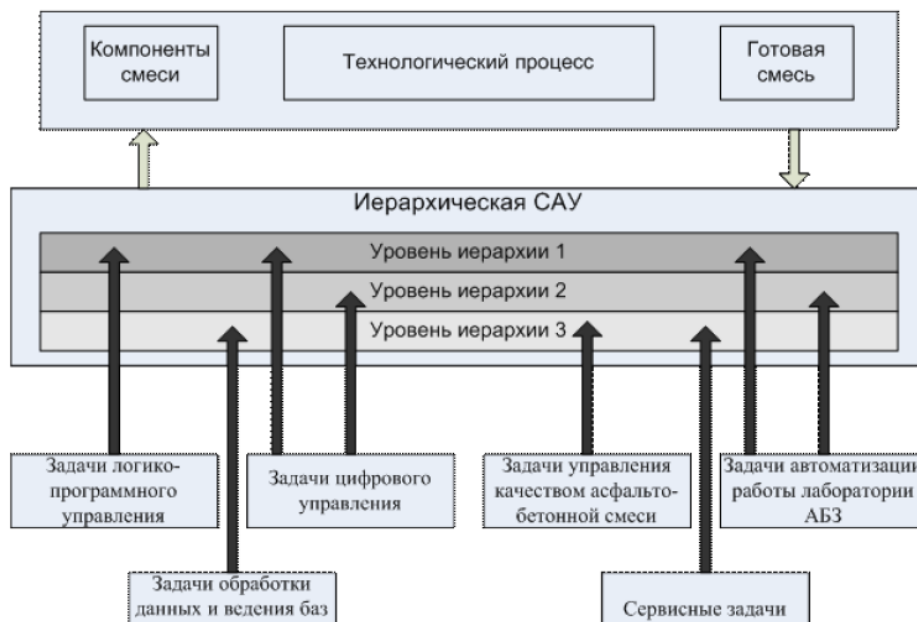
За последние годы существования идеи автоматизации производства а/б смесей выполнены многочисленные экспериментальные исследования в России, США, Европе, Японии, Китае. Современные научные исследования направлены на повышение автоматизации производства асфальтобетона, а также внедрения технологии нейронных сетей. Важную роль в автоматизации занимает контроль плотности, поэтому на основе работы [5] была предложена функциональная схема системы непрерывного контроля плотности, изображенная в работе [6] и показанная на рисунке 1



**Рис. 1.** Функциональная схема системы непрерывного контроля плотности:

$u$  – регулирующий параметр объекта, изменение которого осуществляет оператор в зависимости от полученного значения плотности;  $f$  – возмущение;  $u' = u + f$ ; ОУ – объект управления;  $y$  – объемная плотность асфальтобетонной смеси после прохода АУ;  $x_1, x_2, x_3, x_4, x_5$  – переменные на входе САКУ

Для того, чтобы создать автоматизированную структуру по управлению процессом производства асфальтобетонной смеси, нужно рассмотреть огромное количество задач и вопросов. Задачи логико-программного управления, задачи обработки данных и введения баз данных, задачи цифрового управления, задачи управления качеством асфальтобетонной смеси, сервисные задачи и задачи автоматизации работы показаны на рисунке 2.



**Рис. 2.** Уровни задач управления технологическим процессом при автоматизации

На рисунке количество уровней выбрано условно, оно может быть больше трех. Более точно определить количество уровней можно после проведения автоматизации конкретных задач.

## Выводы

В статье приведена автоматизация управления технологическим процессом производства асфальтобетонной смеси. В первой части подробно описаны технологические процессы, изучен состав смеси и рассмотрены различные вариации приготовления, а также рассмотрены формулы по правильной дозировке компонентов. Во второй части рассматривается автоматизация управления процессом производства асфальтобетонных смесей, ее уровни и схема этих процессов.

## Библиографический список

1. Алгоритмизация управления технологическими процессами производства асфальтобетонных смесей/Волков И.Н., Бурковский В.Л./Вестник Воронежского государственного технического университета. 2023. Т. 19. № 5. С. 16-22.
2. ГОСТ 9128-2013/Смеси асфальтобетонные, полимерасфальтобетонные, асфальтобетон, полимерасфальтобетон для автомобильных дорог и аэродромов.
3. Абайдуллина, Т.Н. Проектирование состава асфальтобетона: методические указания к выполнению контрольной работы по дисциплине «Дорожное материаловедение и технология ДСМ», «Современное материаловедение» для студентов, обучающихся по направлению «Строительство» профиль «Автомобильные дороги» очной формы обучения./ Т.Н. Абайдуллина, М.В. Кудоманов, И.А. Пахомов. – Тюмень: РИЦ ФГБОУ ВПО ТюмГАСУ, 2015.- 34 с.
4. Пудовкин А.Н. Структура задач иерархической системы управления производством асфальтобетонной смеси// Вестник оренбургского государственного университета №10. 2011г, Стр. 270-271.
5. Теоретические основы построения интел-лектуальных систем управления уплотнением асфальтобетонных смесей/ Современные наукоемкие технологии. – 2022. – № 10 (часть 1) – С. 48-58.
6. К вопросу создания системы непрерывного контроля уплотнения дорожных материалов для асфальтоукладчиков / А.П. Прокопьев, Ж.И. Набижанов, В.И. Иванчура, Р.Т. Емельянов // Программная инженерия. – Т. 12, № 8. – 2021. – С. 413–419.

## References

1. Algorithmization of process control for the production of asphalt concrete mixtures / Volkov I.N., Burkovsky V.L. / Bulletin of the Voronezh State Technical University. 2023. T. 19. No. 5. P. 16-22.
2. GOST 9128-2013/Mixtures of asphalt concrete, polymer-asphalt concrete, asphalt concrete, polymer-asphalt concrete for highways and airfields.
3. Abaidullina, T.N. Designing the composition of asphalt concrete: guidelines for completing the test in the discipline “Road materials science and DSM technology”, “Modern materials science” for students studying in the direction of “Construction” profile “Highways” Full-time education./ T.N. Abaidullina, M.V. Kudomanov, I.A. Pakhomov. – Tyumen: RIC FGBOU VPO TyumGASU, 2015.- 34 p.
4. Pudovkin A.N. Structure of tasks of the hierarchical control system for the production of asphalt concrete mixture // Bulletin of the Orenburg State University No. 10. 2011, pp. 270-271.
5. Theoretical foundations for the construction of intelligent control systems for the compaction of asphalt concrete mixtures/Modern high-tech technologies. – 2022. – No. 10 (part 1) – P. 48-58.
6. On the issue of creating a system for continuous monitoring of the compaction of road materials for asphalt pavers / A.P. Prokopyev, Zh.I. Nabizhanov, V.I. Ivan-chura, R.T. Emelyanov // Software engineering. – T. 12, No. 8. – 2021. – P. 413–419.

УДК 699.86

*Воронежский государственный  
технический университет  
Канд. техн. наук, доц. кафедры про-  
ектирования зданий и сооружений им.  
Н.В.Троицкого Э.Е.Семенова  
Магистр кафедры проектирования  
зданий и сооружений им.  
Н.В.Троицкого С.Д. Панкратов  
Россия, г. Воронеж,  
тел. +79155442728  
e-mail: sergeypankratov01@gmail.com*

*Voronezh State  
Technical University  
Professor, Department of Design of  
Buildings and Structures N.V.  
Troitsky E.E. Semenova  
Master of the Department of Design  
of Buildings and Structures N.V.  
Troitsky S.D. Pankratov  
Russia, Voronezh,  
tel. +79155442728  
email: ergeypankratov01@gmail.com*

С.Д. Панкратов, Э.Е. Семенова

### **ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ ДЕТСКИХ ДОШКОЛЬНЫХ УЧРЕЖДЕНИЙ**

В статье представлено сравнение теплоизоляционных материалов при проектировании детских дошкольных учреждений, ценовое соотношение и теплотехнические характеристики. Рекомендовано применение теплоизоляционных материалов с учетом энергосбережения и пожарной безопасности.

**Ключевые слова:** строительство, проектирование, теплоизоляционный изоляционный материал, теплопропускаемость.

S.D. Pankratov, E.E. Semenova

### **STUDY OF THERMAL INSULATION MATERIALS IN THE DESIGN OF CHILDREN'S PRESCHOOL INSTITUTIONS**

The article presents a comparison of thermal insulation materials in the design of preschool institutions, price ratio and thermal characteristics. It is recommended to use thermal insulation materials, taking into account energy saving and fire safety.

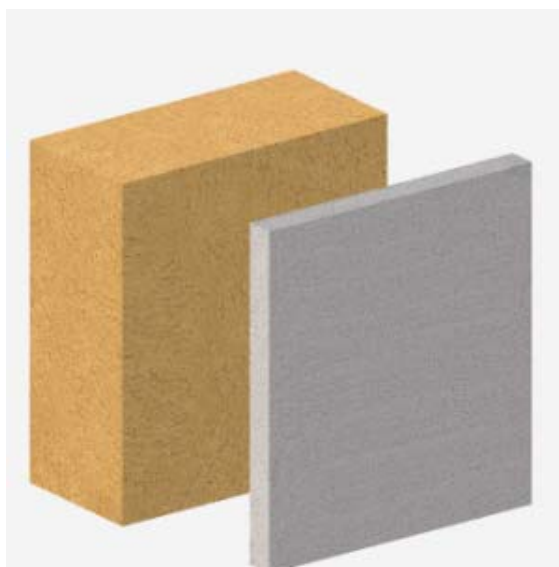
**Keywords:** construction, design, insulation material, heat transmittance.

Строительный сектор входит в тройку крупнейших потребителей энергии в мире. По статистическим данным, на долю строительной отрасли приходится около 40 процентов мирового потребления энергии, и ожидается, что к 2050 году эта доля увеличится до 50 процентов. Значительное количество энергии в жилых домах потребляется для обеспечения жильцам приемлемого уровня внутреннего теплового комфорта. Изоляция наружных стен является эффективным подходом к энергосбережению поскольку она снижает региональные потребности в отоплении и охлаждении, а также оказывает большое влияние на окружающий микроклимат. [1]

Выбор подходящих изоляционных материалов является одним из основных методов снижения энергопотребления здания. Тепловые характеристики изоляционных материалов могут напрямую влиять на форму энергопотребления здания и эффективно снижать внут-

ренную и внешнюю теплопередачу от ограждающих конструкций здания, способствуя обеспечению более желаемого теплового комфорта внутри помещения для жильцов. Целью данного исследования является вычисление и сравнение теплоизоляционных материалов (минеральная вата и вакуумной изоляции). [2]

Вакуумным изоляционным панелям (ВИП) требуется значительно меньше места, чем обычным изоляционным материалам (например, минеральной вате). Нашим панелям требуется всего одна пятая толщины обычных изоляционных материалов для достижения сопоставимых показателей изоляции.



**Рис. 1.** Сравнение вакуумной изоляционной панели с минеральной ватой

Благодаря микропористой структуре диоксида кремния (5–50 нм) существует очень небольшая площадь контакта. Поэтому проводимость твердого тела снижается до минимума по сравнению с другими материалами. Эффект конвекции снижается на этапе прессования сердцевинного материала. Тогда поры очень малы, в результате чего молекулы газа соприкасаются друг с другом лишь изредка. Инфракрасное излучение можно уменьшить, добавив в основной материал глушитель. В целом показатель теплопроводности в этом состоянии уже довольно хороший по сравнению с другими изоляционными материалами 0,002-0,004 Вт/м\*К.

Если рассмотреть минераловатную плиту, то она уступает по теплопроводности вакуумной плите. В строительных целях материал считается изоляционным, если его теплопроводность составляет менее 0,065 Вт/мК, а типичные значения теплопроводности изоляции из минеральной ваты составляют 0,046 Вт/м\*К.

Необходимо дополнительно проанализировать экономическую целесообразность использования вакуумного утеплителя в строительной отрасли. Хотя теплоизоляционные материалы могут обеспечить хорошие тепловые характеристики, существует необходимость оптимизировать толщину оболочки, чтобы поддерживать приемлемый баланс между инвестиционными затратами на изоляцию и энергоэффективностью здания, а также его воздействием на окружающую среду. На сегодня день стоимость вакуумной панели составляет 7035 руб. м<sup>2</sup>.

Если мы выбираем минеральную вату, то понимаем, что, имея так много доступных вариантов изоляции, может быть сложно выбрать правильный вариант для вашего проекта. Различные типы изоляции имеют разные свойства и области применения. Вот некоторые из основных типов, представлены в таблице 1.

Наиболее распространенным тип утеплителя является стекловата. На сегодняшний день цена 1м<sup>2</sup> составляет от 1500 до 6000 тыс. руб. Можем обратить внимание на ценовое соотношение материалов (рис.2.), и сделать вывод, что минеральная вата стоит дешевле, чем вакуумная изоляция

Таблица 1

Виды теплоизоляционных материалов

Тип изоляции	Состав	Применение	Вид	Огнестойкость
Каменная вата	Камень и переработанные вторичные материала	Стены, полы, потолки, крыши, чердаки, трубы, воздуховоды	Рулоны, плиты, сыпучая вата	Негорючий
Стекловата	Кварцевый песок или стекловолокно	Стены, полы, потолки, крыши, чердаки, трубы, воздуховоды	Рулоны, плиты, сыпучая вата	Негорючий
Овечья шерсть	Овечья шерсть	Стены, полы, потолки, крыши и чердаки.	Обычно продается рулонами.	Горючий
Пена для распыления	Обычный полиуретан	Труднодоступные места, незавершенные чердачные перекрытия, закрытые стены, открытые или новые отверстия в стенах.	Спрей	Горючий
ПИР-изоляция	Полиизоцианурат	Полы, потолки, крыша, стены	Обычно поставляется в виде картона.	Горючий
Изоляция из пенополистирола	Пенополистирол	Полы, потолки, крыша, стены	Обычно поставляется в виде картона.	Горючий



Рис. 2. Ценовое соотношение теплоизоляционных материалов

Исходные данные: г. Краснодар детское дошкольное учреждение.

По результат теплотехнического расчета было использовано: защитно-декоративная кладка с воздушным зазором, утеплитель минераловатный негорючие плиты, стена из монолитного железобетона. В таблица 2,3 представлены характеристики стен с использованием минеральной ваты и вакуумной плиты.

Таблица 2

Конструкция стены с использованием минеральной ваты

Конструкция стены	Толщина слоя, м	Коэффициент теплопроводности Вт/м* °С	Сопротивление теплопередачи м <sup>2</sup> •К/Вт
Внутренний слой, штукатурка из цементно-песчаного раствора	0,02	0,93	11,09
Защитно-декоративная кладка из керамического кирпича обыкновенного на цементно-песчаном растворе	0,12	0,81	10,12
Утеплитель– плиты минераловатные из базальтового волокна, негорючие ROCWOOL	0,1	0,045	1,95
Стена из монолитного железобетона	0,25	2,04	18,95

Таблица 3

Конструкция стены и использованием вакуумной изоляции

Конструкция стены	Толщина слоя, м	Коэффициент теплопроводности Вт/м* °С	Сопротивление теплопередачи, м <sup>2</sup> •К/Вт
Внутренний слой, отделочный – штукатурка из цементно -песчаного раствора	0,02	0,93	11,09
Защитно-декоративная кладка из керамического кирпича обыкновенного на цементно-песчаном растворе	0,12	0,81	10,12
Утеплитель– вакуумная плита	0,01	0,004	11,8
Стена из монолитного железобетона	0,25	2,04	18,95

## Выводы

Повышение энергоэффективности здания достигается за счет уменьшения его теплопотерь через ограждающие наружные конструкции. Для этого необходимо применение современных строительных материалов и технологий. Необходимость и целесообразность повышать энергетическую эффективность существующих зданий оправдывается, так как энергосберегающие мероприятия уменьшают энергопотребление, снижают потребление топлива, оплату за тепловую энергию, высвобождается дополнительная тепловая мощность, улучшается качество теплоснабжения, повышается экологическая безопасность, что в общей мере улучшает условия жизни человека. [5]

Для строительства жилых и общественных зданий (домов, школ, детских садов, административных зданий), где люди находятся длительное время, следует применять не только минеральную вату, но и вакуумную изоляцию. Это связано с тем, что вакуум более устойчив к воздействиям окружающей среды и перепадам температур, более долговечен и при правильном архитектурно-дизайнерском решении повышает визуальную выразительность наружных фасадов.

## Библиографический список

1. Чужина Ю.Ю. Актуальность проблемы энергосбережения и пути ее решения / Ю.Ю. Чужина, Э.Е. Семенова // Научный вестник Воронежского Государственно Технического Университета. Воронеж, 2014. С. 138-141.
2. Скороходова А.А. Повышение энергоэффективности зданий и сооружений/ А.А. Скороходова, Э.Е. Семенова // Сборник научных статей 8-й Международной молодежной научной конференции, в 5-х томах. Том 4, Курск, 2020. С.127-130.
3. Х.Ян Модели прогнозирования потенциала энергосбережения для крупномасштабного строительства
4. Абу-Дждайил, Б.; Мурад, А.Х.; Хиттини, В.; Хасан, М.; Хамиди, С. Традиционные, современные и возобновляемые теплоизоляционные строительные материалы: обзор. *Констр. Строить. Матер.* 2019.
5. Мюллер А. Переработка отходов минеральной ваты – технологии сохранения структуры волокна. *InterCeram Int. Керам. Ред.* 2009 г.

## References

1. Chudinova Yu.Yu. The relevance of the problem of energy saving and ways to solve it / Yu.Yu. Chudinova, E.E. Semenova // Scientific Bulletin of the Voronezh State Technical University. Voronezh, 2014. pp. 138-141.
2. Skorokhodova A.A. Improving energy efficiency of buildings and structures/ A.A. Skorokhodova, E.E. Semenova // Collection of scientific articles of the 8th International Youth Scientific Conference, in 5 volumes. Volume 4, Kursk, 2020. pp.127-130.
3. X. Yang Models for forecasting energy saving potential for large-scale construction.
4. Abu-Jdayil, B.; Murad, A.H.; Hitin I, V.; Hassan, M.; Hamidi, S. Traditional, modern and renewable thermal insulation building materials: an overview. *Constr. Build. Mater.* 2019.
5. Muller A. Recycling of mineral wool waste – technologies for preserving the fiber structure. *Intercerama Rune. Keram. Ed.* 2009.

УДК 621.22

*Московский автомобильно-дорожный  
государственный технический университет  
(МАДИ), аспирант  
П.А. Рузанкин  
Россия, г. Москва, тел. +7(916)923-09-05  
e-mail: pruzankin2@gmail.com*

*Moscow Automobile and Highway State  
Technical University (MADI),  
postgraduate student  
P.A. Ruzankin  
Russia, Moscow, tel. +7(916)923-09-05  
e-mail: pruzankin2@gmail.com*

П.А. Рузанкин

## **ИСПЫТАНИЕ ПОЛИМЕРНОГО РЕМОНТНОГО БАНДАЖА ДЛЯ РЕМОНТА РУКАВА ВЫСОКОГО ДАВЛЕНИЯ**

В ходе исследования были проанализированы прочностные характеристики рукава высокого давления с дефектом в виде пореза и его восстановлением с помощью полимерного бандаж. Установлено, что использование РВД, которые были отремонтированы с помощью полимерного бандаж, позволяет более чем на 50% сохранить прочность данного резинотехнического элемента.

**Ключевые слова:** бандаж, рукав высокого давления, полимерные материалы, технологический процесс, ремонт дорожно-строительных машин.

P.A. Ruzankin

## **TESTING OF POLYMER REPAIR BANDAGE FOR REPAIRING HIGH PRESSURE HOSE**

The study analyzed the strength characteristics of a high-pressure hose with a defect in the form of a cut and its restoration using a polymer bandage. During the study, it was found that the use of hose hoses, which were repaired using a polymer bandage, allows more than 50% of the strength of this rubber element to be maintained.

**Keywords:** bandage, high-pressure hose, polymer materials, technological process, repair of road construction machines.

Рукава высокого давления (РВД) используются в различных отраслях промышленности, где требуется передача жидкостей под высоким давлением. Они изготавливаются из специальных материалов, способных выдерживать большие нагрузки и давление, таких как синтетические каучуки, термопласты и металлические сплавы. Эти материалы обеспечивают высокую прочность и устойчивость к воздействию агрессивных сред, что увеличивает срок службы РВД.

Однако, несмотря на свою прочность, РВД могут подвергаться повреждениям. Если такое происходит, то обычно рекомендуется заменить рукав целиком. Однако, в некоторых случаях, когда простой оборудования нежелателен или невозможен, применяется метод ремонта.

Для ремонта РВД используются различные методы, включая применение бандаж из полимерных композиционных материалов. Бандаж обладает высокой прочностью и устойчивостью к воздействию агрессивных сред, что делает его идеальным для ремонта РВД. Применение полимерного бандаж позволяет быстро восстановить поврежденный участок, что сокращает время простоя оборудования и повышает его производительность.

Кроме того, использование полимерных композиционных материалов для ремонта РВД позволяет избежать замены всего рукава, что значительно снижает затраты на ремонт. Это особенно важно в условиях, когда оборудование должно работать без перерыва, например, на производстве (рис. 1).



**Рис. 1.** Полимерный бандаж на РВД

Ремонт рукавов высокого давления (РВД) методом намотки полимерного бандажа из углеволокна со связующим ЭД-20 представляет собой процесс, который включает несколько этапов.

Первый этап – подготовка поверхности РВД. Перед началом работы необходимо очистить поверхность рукава от ржавчины, грязи и других загрязнений. Это можно сделать с помощью специальных инструментов или химических средств.

Второй этап – намотка на поврежденный участок углеволокна, пропитанного связующим ЭД-20. Толщина бандажа должна соответствовать толщине поврежденной стенки РВД и составлять 4 мм.

Третий этап – сушка и отверждение. После нанесения всех слоев необходимо дать им время на сушку и отверждение. Время зависит от типа используемого связующего и может составлять от нескольких часов до нескольких дней (в данном случае время отверждения составляло 24 часа).

Важно отметить, что испытания РВД регламентируются стандартами ГОСТ 9356-75 и ГОСТ 6286-2017. В данном случае, из-за ограничений ширины захвата, в шлангах были сделаны дополнительные отверстия для закрепления в захваты машины УТС 110М-50 (рис. 2). Испытания проводились при рабочей температуре 20°C [3].



**Рис. 2.** РВД в процессе испытаний на машине УТС 110М-50

Первоначально задается стандарт на проведение испытаний, тип и режимы. Испытания проводились на следующих режимах: рабочая скорость  $V_{\text{раб.}}=10\text{мм/мин}$ , условия останова испытания до разрушения образца [1]. Результаты механических испытаний образцов приведены в таблице

## Результаты механических испытаний образцов РВД

Образец	Размеры образца, мм			Результаты испытаний	
	Длина	Ширина	Толщина	Абсолютное разрывное усилие, Н	Перемещение, мм
РВД + бандаж 1	300	24	4	4078,6	85
РВД + бандаж 2				3538,6	90
РВД + бандаж 3				4519,3	94
Эталонный образец РВД без бандажа				5078,6	95

## Выводы

1. Испытания показали, что все образцы рвутся в месте соединения резиновой части РВД с металлическим фитингом. Это указывает на недостаточную сцепляемость ремонтного бандажа с резиновой частью. Несмотря на это, поврежденный участок сохранил свою высокую прочность, а бандаж не разрушился.

2. В связи с этим, необходимо провести дальнейшие испытания для оценки качества ремонта. В частности, следует оценить герметичность соединений и стойкость бандажа к воздействию реагентов.

3. Поврежденный участок сохранил свою высокую прочность – разрыва не произошло, РВД типа 2SN является достаточно прочным изделием и нагрузка в более чем 4500 Н не приводит к полному разрыву резино-металлической части РВД.

## Библиографический список

1. Баурова Н.И., Зорин В.А. Применение полимерных композиционных материалов при производстве и ремонте машин / Учебное пособие. М.: МАДИ, 2016 – 264 с.
2. Агапчев В.И., Виноградов Д.А., Мартяшева В.А. Проектирование, строительство и эксплуатация трубопроводов из полимерных материалов: учеб. пособие. Уфа: УГНТУ, 2002. 74 с..
3. Зуйко В.Ю. Численные модели в оценке осевой прочности полимерных армированных труб // Зимняя школа по механике сплошных сред (15-я): сб. ст. Екатеринбург: УрО РАН, 2007. С. 84-87.
4. Баурова Н.И., Зорин В.А., Приходько В.М. Технологическая наследственность и идентификация технологических процессов // Все материалы. Энциклопедический справочник. 2015. №2. С. 2-7.

## References

1. Baurova N.I., Zorin V.A. Application of polymer composite materials in the production and repair of machines / Textbook. M.: MADI, 2016 – 264 p.
2. Agapchev V.I., Vinogradov D.A., Martyasheva V.A. Design, construction and operation of pipelines made of polymer materials: textbook. allowance. Ufa: USNTU, 2002. 74 p..
3. Zuiko V.Yu. Numerical models in assessing the axial strength of polymer reinforced pipes // Winter School on Continuum Mechanics (15th): collection. Art. Ekaterinburg: Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, 2007. pp. 84-87.
4. Baurova N.I., Zorin V.A., Prikhodko V.M. Technological heredity and identification of technological processes // All materials. Encyclopedic reference book. 2015. No. 2. pp. 2-7.

# **АРХИТЕКТУРА ЗДАНИЙ И ГРАДОСТРОИТЕЛЬСТВО**

УДК 69.03

*Воронежский государственный  
технический университет  
Канд. техн. наук, доц. кафедры проекти-  
рования зданий и сооружений им.  
Н.В.Троицкого Э.Е.Семенова  
Магистр кафедры проектирования зданий  
и сооружений им. Н.В.Троицкого  
С.А. Камышникова  
Россия, г. Воронеж, тел. +79155417229  
e-mail: Sonyaa123124@mail.ru*

*Voronezh State  
Technical University  
Professor,  
Department of Design of Buildings and Struc-  
tures N.V. Troitsky E.E. Semenova  
Master of the Department of Design of Buildings  
and Structures N.V. Troitsky  
S.A. Kamyshnikova  
Russia, Voronezh, tel. +79155417229  
email: Sonyaa123124@mail.ru*

С.А. Камышникова, Э.Е. Семенова

## **ВЛИЯНИЕ АРХИТЕКТУРНО-ПЛАНИРОВОЧНЫХ РЕШЕНИЙ НА ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТЬ ОБЩЕСТВЕННЫХ ЗДАНИЙ**

В данной статье исследуется влияние архитектурно-планировочных решений на энергоэффективность здания с использованием современных принципов проектирования, чтобы достигнуть оптимальной экономической эффективности.

**Ключевые слова:** архитектурно-планировочные решения, энергоэффективность, общественные здания.

S.A. Kamyshnikova, E.E. Semenova

## **INFLUENCE OF ARCHITECTURAL AND PLANNING SOLUTIONS ON THE ENERGY EFFICIENCY OF PUBLIC BUILDINGS**

This article examines the impact of architectural planning decisions on the energy efficiency of a building using modern design principles to achieve optimal economic efficiency.

**Keywords:** architectural and planning solutions, energy efficiency, public buildings.

Вопрос повышения энергоэффективности в сфере строительства стоит перед нами остро и настоятельно требует решения. Всемирное стремление к сокращению потребления энергии через её более осознанное и целенаправленное использование давно уже не является чем-то новым.

Одной из важнейших проблем современного индустриального общества является эффективное использование энергетических ресурсов. Одним из решающих факторов снижения интенсивности энергопотребления является энергосбережение в строительстве.

Энергоэффективное строительство рассматривается не только в аспекте экономии электро- и тепловой энергии, снижения эксплуатационных расходов, но и в отношении улучшения здоровья человека, его комфорта, благополучия и продуктивности [1].

Меры, направленные на энергосбережение ресурсов: установка приборов счетчиков воды, тепла, газа; теплоизоляция стен; вентиляция с рекуперацией тепла; энергоэффективное остекление; тамбуры при входе; теплоизоляция кровли; автоматизация управления систем здания, климат-контроль; установка энергосберегающих приборов с производством энергии.

Окружающая среда оказывает самое непосредственное влияние на качество нашей жизни. Из этого складываются концепции подхода проектирования энергоэффективных зданий [2].

Здания представляют собой сложные системы, в которых все подсистемы влияют на общую эффективность работы, и взаимозависимость между подсистемами играет важную роль.

Для более глубокого понимания архитектурных возможностей, которые появляются перед архитекторами, а также четкого понимания задач, которые необходимо решить, возникает необходимость выявления факторов, влияющих на формирование энергоэффективных высотных общественных зданий. Анализ существующих энергоэффективных зданий позволил определить факторы, которые влияют на формирование данного типа зданий. Выявлено две основные группы факторов - внешние и внутренние. К группе внешних факторов относятся: градостроительный, природно-климатический, экологический, социально-экономический (Рис. 1). [3]

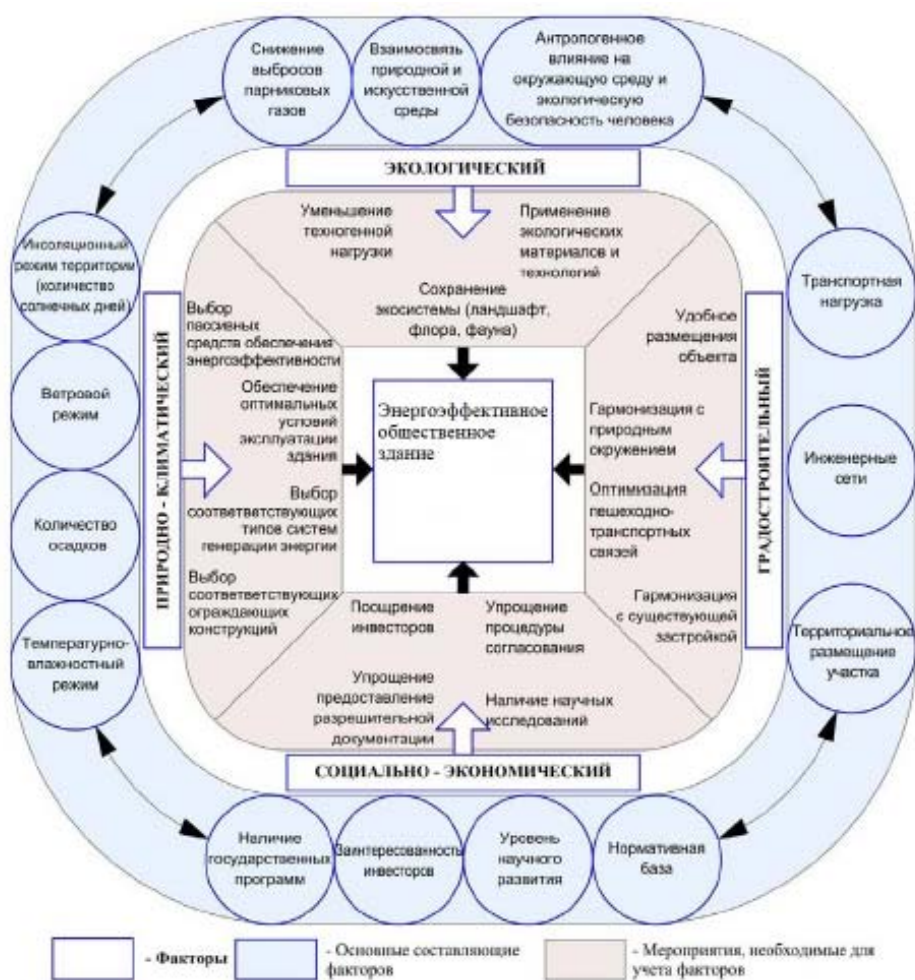


Рис. 1. Основные внешние факторы, влияющие на формирование энергоэффективных высотных офисных зданий

Основные составляющие градостроительного фактора включают в себя влияние транспортной нагрузки, инженерных сетей и территориальное размещение участка предполагаемого строительства в структуре города. Высотные здания оказывают значительные нагрузки на сети

инженерного обеспечения, поэтому в проектном решении необходимо использовать приемы, уменьшающие эту нагрузку, например, организация энергообеспечения с использованием альтернативных источников энергии, что способствует повышению энергоэффективности здания.

Наибольшее влияние природно-климатического фактора оказывают параметры окружающей среды, такие как инсоляционный и ветровой режимы, количество осадков и температурно-влажностный режим. Архитектору необходимо обеспечить оптимальные условия эксплуатации здания в зависимости от этих параметров.

Влияние экологического фактора связано с природно-климатическим и требует учета нагрузки, которую здание оказывает на экологический баланс территории. Это включает снижение выбросов парниковых газов, взаимосвязь природной и искусственной среды, а также экологическую безопасность человека. Учет экологического фактора подразумевает разработку проектного решения энергоэффективного здания, минимизирующего негативное влияние на окружающую среду.

Социально-экономический фактор проявляется в заинтересованности государства и инвесторов в интеграции энергоэффективных технологий в архитектуру и строительство. Наличие нормативно-правового обеспечения и государственных программ, поощряющих энергоэффективное строительство, способствует экономической целесообразности применения таких технологий в высотных общественных зданиях.

К группе внутренних факторов относятся: архитектурно-художественный, функционально-планировочный, конструктивный, инженерно-технический (Рис. 2).

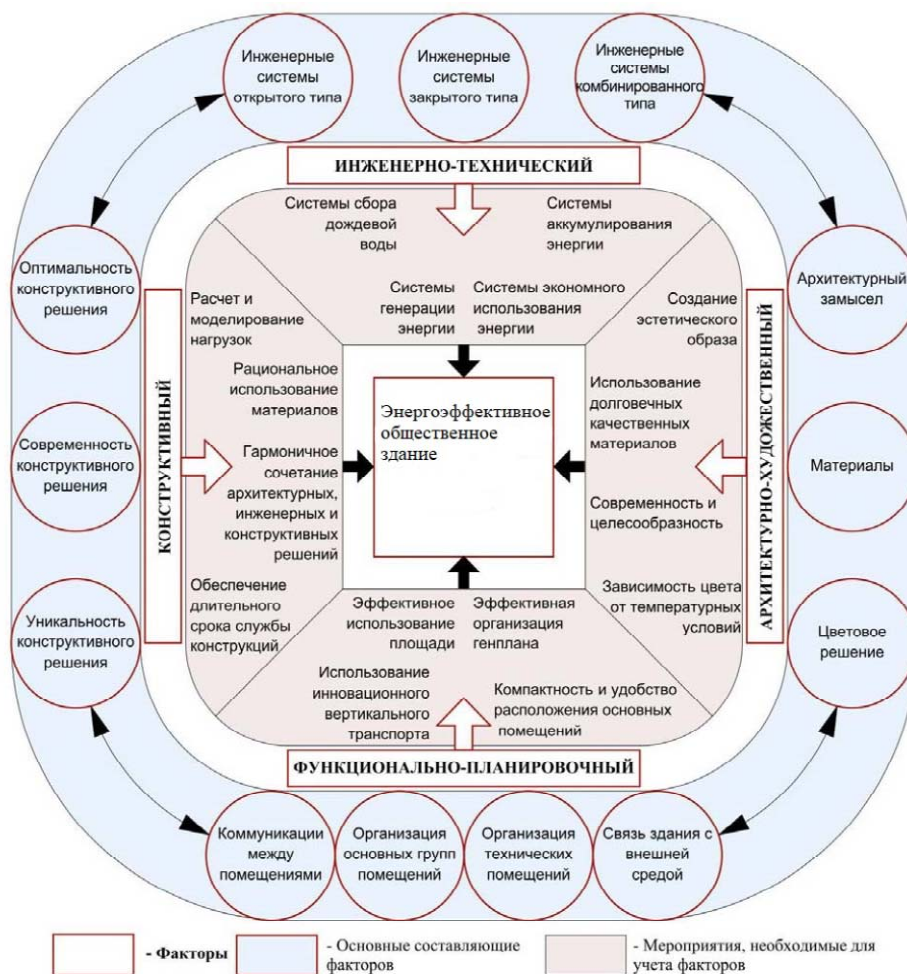


Рис. 2. Основные внутренние факторы, влияющие на формирование энергоэффективных высотных офисных зданий

Энергоэффективные общественные здания строятся с учетом нескольких ключевых факторов. Инженерно-технический аспект играет значительную роль, определяя базовые характеристики здания. Архитектурное решение, материалы и цветовые решения также важны, они формируют облик и визуальное воздействие здания. Функционально-планировочный фактор направлен на оптимизацию процессов и удобное размещение помещений, а также эффективное использование пространства и организацию инфраструктуры. Конструктивный аспект, включая оптимальность, современность и уникальность системы, играет ключевую роль в энергоэффективности таких зданий.

С помощью объемно-планировочных решений удается значительно снизить теплопотери. Одним из самых простых решений является наличие тамбуров на входах. Возможно придать дому энергетически эффективную форму, обеспечивающую минимальную площадь наружных стен. Так, американский архитектор Ральф Ноулз (Ralph Knowles) обнаружил, что отношение площади ограждающих конструкций к объему строения (так называемый коэффициент подверженности  $S/V$ ) влияет на энергетическую эффективность здания. Чем меньше отношение площади ограждающих конструкций к объему, тем менее подвержено здание влияниям климата (рис. 3).

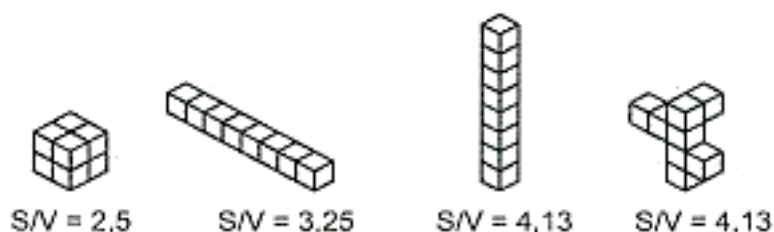


Рис. 3. Сравнительное соотношение  $S/V$

При сравнении двух домов, один из которых имеет форму полусферы, а другой - параллелепипеда, с указанными размерами на рисунках 4 и 5 соответственно, мы получаем следующее.

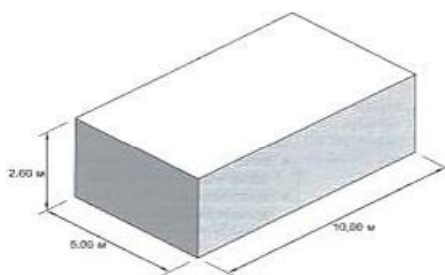


Рис. 4. Тестовый дом прямоугольной формы

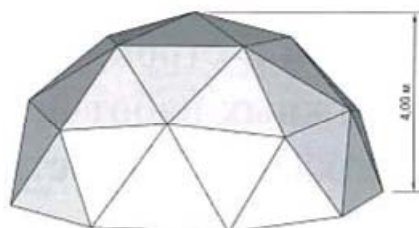
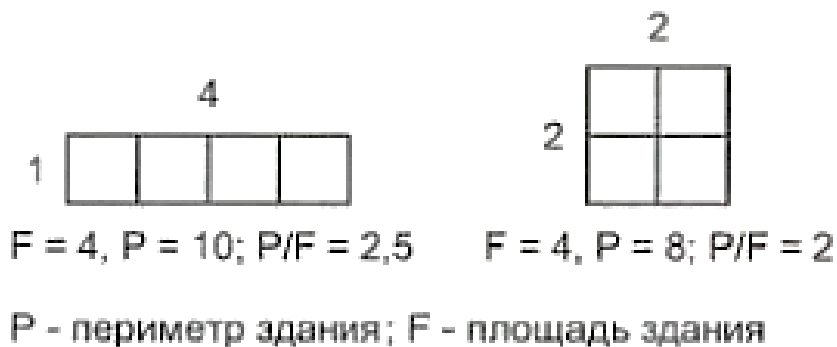


Рис. 5. Тестовый дом в форме полусферы (геодезический купол)

Объем купольного дома (полусфера) составляет  $134 \text{ м}^3$ . Таким образом, при почти одинаковом объеме ( $130 \text{ м}^3$  против  $134 \text{ м}^3$ ), площадь поверхности прямоугольного дома равна  $128,0 \text{ м}^2$ , а площадь поверхности купольного дома -  $100,5 \text{ м}^2$ . Следовательно, купольный дом требует меньше затрат на обогрев (из-за снижения потерь на рассеяние тепла) как минимум на 20%.

Аналогичное сравнение можно вывести для периметра здания и его площади при одинаковой высоте (рис. 6). Эти соотношения между периметром здания  $P$  и его площадью  $F$  говорят в пользу ширококорпусного дома, где поверхность ограждения меньше на 20 % [4].



**Рис. 5.** Сравнительные соотношения периметра здания к его площади

Архитектурно-планировочные решения для общественных зданий оказывают значительное воздействие на их энергоэффективность. Применение предложенных в статье решений при планировке таких проектов поможет повысить энергоэффективность и улучшить условия проживания. Энергоэффективное строительство не только экономит энергию и снижает расходы, но также благоприятно влияет на здоровье, комфорт и производительность людей.

#### Библиографический список

1. Семенова Э.Е. Влияние объемно-планировочного решения на энергоэффективность зданий / Э.Е. Семенова, Ю.В. Умникова // Высокие технологии в строительном комплексе. 2023. № 2. С. 32-36.
2. Рубцова М. В. Учет влияния формы здания на его энергоэффективность / М.В. Рубцова, Э.Е. Семенова // Инженерно-строительный вестник Прикаспия. 2021. №2 (36). С. 10-15.
3. Ляшенко Е.К. Факторы, влияющие на формирование объемно-планировочных решений энергоэффективных высотных офисных зданий // АМІТ. 2013. №3 (24). С.23-27.
4. Лихачева А.Е., Лопатин А.Д. Влияние проектных решений на энергоэффективность зданий // Творчество и современность. 2019. №3-4 (11). 38с.
5. Семенова Э.Е. Влияние объёмно-планировочного решения на энергоэффективность здания / Э.Е. Семенова, Г.В. Пономарева // В сборнике: Строительство и реконструкция. сборник научных трудов Всероссийской научно-практической конференции молодых ученых, аспирантов, магистров и бакалавров. Юго-Западный государственный университет; Московский государственный машиностроительный университет. 2019. С. 105-109.
6. Исанова А.В. Влияние архитектурно-планировочных решений на эргономику и энергетические показатели здания / А.В. Исанова, Е.Д. Кретьева // Жилищное хозяйство и коммунальная инфраструктура. 2023. №3(26). С.79-87.

## References

1. Semenova E.E. Evaluation of space-planning solutions for energy efficiency of buildings / E.E. Semenova, Yu.V. Umnikova // High technologies in the construction industry. 2023. No. 2. P. 32-36.
2. Rubtsova M.V. Taking into account the shape of a building for its energy efficiency / M.V. Rubtsova, E.E. Semenova // Engineering and Construction Bulletin of the Caspian Region. 2021. No. 2 (36). pp. 10-15.
3. Lyashenko E.K. Factors influencing the facades of space-planning solutions for energy-efficient high-rise office buildings // AMIT. 2013. No. 3 (24). P.23-27.
4. Likhacheva A.E., Lopatin A.D. Research of design solutions for energy efficiency of buildings // Creativity and modernity. 2019. No. 3-4 (11). 38s.
5. Semenova E.E. Study of space-planning solutions for building energy efficiency / E.E. Semenova, G.V. Ponomareva // In the collection: Construction and reconstruction. collection of scientific papers of the All-Russian scientific and practical conference of young scientists, graduate students, masters and bachelors. Southwestern State University; Moscow State Mechanical Engineering University. 2019. pp. 105-109.
6. Isanova A.V. Electromagnetic planning solutions for the study of energy economics and energy indicators of a building / A.V. Isanova, E.D. Kretova // Housing and communal infrastructure. 2023. No. 3(26). P.79-87.

# **ВОДОСНАБЖЕНИЕ, ВОДООТВЕДЕНИЕ, ТЕПЛОСНАБЖЕНИЕ И ВЕНТИЛЯЦИЯ**

УДК 627.4: 502.36

*Донбасская национальная академия  
строительства и архитектуры  
Докт. техн. наук, профессор кафедры на-  
земных транспортно-технологических  
комплексов и средств В.А. Пенчук  
Россия, г. Макеевка, тел. +7 949-430-18-83  
e-mail: penshyk@rambler.ru  
Донецкий национальный технический  
университет  
Докт. техн. наук, профессор кафедры ме-  
ханическое оборудование заводов чёрной  
металлургии В.А. Сидоров  
Россия, г. Донецк, тел. +7 949-312-79-13  
e-mail: sidorov\_va58@mail.ru*

*Donbas National Academy of Civil  
Engineering and Architecture,  
Doct. Technical Sciences, Prof. of the Depart-  
ment of Land Transport and Technological  
Complexes and Facilities V.A. Penschuk  
Russia, Makeevka city, tel. +7 949-430-18-83  
e-mail: penshyk@rambler.ru  
Donetsk National Technical University,  
Doct. Technical Sciences, Prof. of the Depart-  
ment of Mechanical Equipment of Ferrous  
Metallurgy Plants  
V.A. Sidorov  
Russia, Donetsk city, tel. + 7 949-312-79-13  
e-mail: sidorov\_va58@mail.ru*

В.А. Пенчук, В.А. Сидоров

## **ОСОБЕННОСТИ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ ДОНБАССА**

Водные ресурсы любого региона являются бесценным достоянием, обеспечивая экологическое равновесие территории. Изменение природных условий, промышленная деятельность приводят к сокращению и исчезновению данных богатств. Несмотря на общность причин, восстановление водных объектов предлагается проводить комплексно, поэтапно, с учётом особенностей и возможностей каждого региона, в данном случае Донбасса.

**Ключевые слова:** Донбасс, водные объекты, восстановление.

V.A. Penschuk, V.A. Sidorov

## **FEATURES OF THE RESTORATION OF DONBASS WATER BODIES**

The water resources of any region are an invaluable asset, ensuring the ecological balance of the territory. Changes in natural conditions and industrial activity lead to the reduction and disappearance of these riches. Despite the common causes, the restoration of water bodies is proposed to be carried out comprehensively, in stages, taking into account the characteristics and capabilities of each region, in this case Donbass.

**Keywords:** Donbass, water bodies, restoration.

Причины загрязнения, зарастания малых водных объектов стали объектом пристального внимания в начале XXI-го века [1]. Разработаны инженерные методы очистки водных объектов от донных отложений, подходы активизации процессов самоочистки, формирование водоохранной зоны и др. [2]. Анализ многочисленных работ в данном направлении показывает необходимость учёта специфики региональной ситуации, что показано, например, в работах [3, 4]. Дополнение известных методов восстановления водных объектов новыми

возможностями старых технологий (например, драглайнов) позволит создать комплекс технологий, обеспечивающих решение индивидуальных задач для каждого региона.

Преимущественно равнинный рельеф нашего региона, расчленён речными долинами, оврагами и балками. На северо-востоке - Донецкий кряж высотой до 367 м, поверхность которого изрезана долинами рек. На западе кряж переходит в Приднепровскую низменность, на юге - в Приазовскую возвышенность. Характерной особенностью являются широколиственные (байрачные) леса, растущие по дну и склонам балок в районе бассейна рек (рис. 1). Водяные ресурсы Донбасса включают: 4 средние реки общей протяжённостью в границах Республики 410 км; 851 малых рек и ручьёв общей протяжённостью 5433 км; 840 прудов и водохранилищ; Азовское море - протяжённость береговой линии, в пределах региона составляет 50 км; а также подземные воды, образующие озёра, реки (иногда выходящие на поверхность), реагирующие на сезонные паводки. Очистные сооружения промышленных предприятий в основном работают в замкнутом цикле, пополняя запас воды из прудов.



а)



б)

**Рис. 1.** Примеры рельефа Донецкой области:

а) долина реки Малый Кальчик; б) Клебан-Быкское водохранилище

Для улучшения водоснабжения создано 141 водохранилище (рис. 2), в том числе: Старокрымское, Клебан-Быкское, Карловское, Ольховское, Ханженковское, Зуевское, Нижнекальмиусское, Старобешевское и др. На территории области расположен канал Северский Донец - Донбасс.



а)



б)



в)

**Рис. 2.** Водоохранилища Донецкой области:

а) Зуевское водохранилище; б) Нижнекальмиусское водохранилище;  
в) Ханженковское водохранилище

Характерная черта рельефа Донбасса - наличие разнообразных форм воздействия человека: заводы, шахты, терриконы, карьеры и др. объекты. Одновременно необходимо отметить большое количество прудов, созданных практически возле каждого села, посёлка. В 70-х годах прошлого века уделялось должное внимание экологии Донбасса. Проводилась массовая высадка деревьев, закладывались новые парки и рощи. Началу водному строительству было положено при строительстве канала «Северский Донец – Донбасс». Часть данных водоёмов были зарыбнены. Несмотря на большую экологическую нагрузку это водоёмы долгие годы прошлого века поддерживались в хорошем состоянии, обеспечивая места для отдыха, рыбалки, пляжи для пионерских лагерей.

Прошло более 60-ти лет с их создания и отложения ила сократили глубину и площадь прекрасных, зарыбленных водоёмов. Обмеление и зарастание водоёмов - это естественный процесс, приводящий к образованию болот или зарослей камыша. Практически все реки и пруды подвержены этому, особенно те, которые обладают слабой текучестью. Однако, даже в таких прудах можно существенно замедлить процесс зарастания. А можно, наоборот, ускорить, что иногда и происходит в результате деятельности человека (рис. 3).



Рис. 3. Фотография пруда, где отдых и купание стали практически невозможны

Основные причины обмеления и зарастания водоёмов следующие:

- низкая циркуляция воды в водоёмах или полное отсутствие таковой;
- повышение температуры в последние годы привело к увеличению количества испарений, ускоренному развитию организмов и растений в водоёме, в том числе и тех, которые приводят к зарастанию;
- стекание в водоёмы вод с бугров и полей, содержащих большое количество чернозёма и минеральных солей;
- загрязнение водоёмов противоголедными материалами, которыми посыпается зимой многочисленные уклоны и подъёмы дорог Донбасса – наиболее характерно для городов;
- разрушение дамб - это по большей части касается рек.

В связи с вышесказанным, возрастает роль восстановительной экологии Донбасса. Восстановительная экология - раздел прикладной экологии, ориентированный на восстановление поврежденных, деградировавших или разрушенных экосистем, преимущественно с помощью активных хозяйственных мероприятий. По многим объективным причинам в настоящее время на Донбассе практически отсутствуют специализированные фирмы, которые могли серьезно заниматься указанной деятельностью

Практика восстановления поврежденных и деградировавших экосистем включает четыре основные возможности:

- восстановить в точности то, что было раньше (восстановление);
- воссоздать систему, в чем-то похожую на ту, что была раньше (реабилитация);
- превратить местность в другую экосистему (замещение);
- оставить землю в покое и позволить экологической сукцессии делать свое дело (невмешательство).

Необходимым представляется комплекс мероприятий проектных и организационных, так как каждый водоем или пруд уникален:

- очистка водоёмов от накопленного ила, отложений и решение вопроса складирования, утилизации или использования данного материала;

- очистка русла рек от упавших деревьев, бетонных и каменных завалов с одновременным планированием ландшафта с использованием принципов сохранения естественного течения и предупреждения размывания берегов:

-создание зоны зелёных насаждений по берегам рек и водоёмов – своего рода восстановление «байрачных» лесов для защиты водных ресурсов.

Наряду с очисткой воды на вновь восстанавливаемых после войны шахт и предприятиях, это будет способствовать интенсивному экологическому оздоровлению региона. Однако, это потребует не только финансовых вложений и законодательных инициатив, а в первую очередь разработки новых технических комплексов на основе существующих технических решений и перспективных разработок новых технологий.

### Выводы

1. Восстановление водных ресурсов региона является необходимым, сложным, но реализуемым делом ближайшего времени.

2. Комплексный подход к очистке водоёмов должен включать решение вопросов: финансовых, законодательных, технических решений на основе новых технологий.

3. При разработке программы восстановления водных объектов необходимо учитывать особенности региона и опыт, полученный в других регионах.

### Библиографический список

1. Сметанин, Владимир Иванович. Методы и технологии рекультивации и восстановления водных объектов : автореферат дис. ... доктора технических наук : 05.14.16 / Моск. гос. ун-т природообустройства. - Москва, 2000. - 47 с.

2. Никитин, Олег Владимирович. Экотехнологии восстановления водоемов [Текст] : [учебное пособие] / О. В. Никитин, В. З. Латыпова, Ш. Р. Поздняков ; Казанский федеральный ун-т, Ин-т экологии и природопользования, Каф. прикладной экологии. - Казань : Казанский ун-т, 2015. - 139 с. : ил., табл.; 21 см.; ISBN 978-5-00019-459-1.

3. Гаджиев Магомед Кебедович, Султыгов Ильяс Туганович, Гаджиев Гаджихав Магомедович Восстановление водных объектов на примере малых рек западно-каспийского бассейнового округа // ВХР. 2010. №2. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/vosstanovlenie-vodnyh-obektov-na-primere-malyh-rek-zapadno-kaspiyskogo-basseynovogo-okruga> (дата обращения: 02.04.2024).

4. Васильева З.Е., Ахметшин А.А. Системная очистка и восстановление водоемов в аспекте реабилитации резервных источников водоснабжения г. Якутска // Современные проблемы науки и образования. – 2012. – № 1. ; URL: <https://science-education.ru/ru/article/view?id=5517> (дата обращения: 02.04.2024).

### References

1. Smetanin, Vladimir Ivanovich. Metody i tekhnologii rekul'tivacii i vosstanovleniya vodnyh ob"ektov : avtoreferat dis. ... doktora tekhnicheskikh nauk : 05.14.16 / Mosk. gos. un-t prirodoobustrojstva. - Moskva, 2000. - 47 s.

2. Nikitin, Oleg Vladimirovich. Ekotekhnologii vosstanovleniya vodoemov [Tekst] : [uchebnoe posobie] / O. V. Nikitin, V. Z. Latypova, Sh. R. Pozdnyakov ; Kazanskiy federal'nyj un-t, In-t ekologii i prirodopol'zovaniya, Kaf. prikladnoj ekologii. - Kazan' : Kazanskiy un-t, 2015. - 139 s. : il., tabl.; 21 sm.; ISBN 978-5-00019-459-1.

3. Gadzhiev Magomed Kebedovich, Sultygov Ilyas Tuganovich, Gadzhiev Gadzhiyav Magomedovich Vosstanovlenie vodnyh ob"ektov na primere malyh rek zapadno-kaspijskogo bassejnovogo okruga // VHR. 2010. №2. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/vosstanovlenie-vodnyh-obektov-na-primere-malyh-rek-zapadno-kaspiyskogo-basseynovogo-okruga> (data obrashcheniya: 02.04.2024).

4. Vasil'eva Z.E., Ahmetshin A.A. Sistemnaya ochistka i vosstanovlenie vodoemov v aspekte rehabilitacii rezervnyh istochnikov vodosnabzheniya g. Yakutskaya // Sovremennye problemy nauki i obrazovaniya. – 2012. – № 1. ; URL: <https://science-education.ru/ru/article/view?id=5517> (data obrashcheniya: 02.04.2024).

УДК 621.039.009.2

*Воронежский государственный  
технический университет  
Магистрант кафедры теплогазоснабжения  
и нефтегазового дела  
А.И. Шульга  
Россия, г. Воронеж, тел. +7(473) 2-07-22-20  
e-mail: overlord.shulga.2000@gmail.com  
Канд. техн. наук, доцент кафедры  
техносферной и пожарной безопасности  
Е.А. Сушко  
Россия, г. Воронеж, тел. +7(473) 2-71-30-00  
e-mail: esushko@cchegeu.ru*

*Voronezh State  
Technical University  
Master student of Department of Heat  
and Gas Supply and Oil and Gas Business  
A.I. Shulga  
Russia, Voronezh, tel. +7 (473) 2-07-22-20  
e-mail: overlord.shulga.2000@gmail.com  
Ph.D.( Engineerin), Assoc Prof. of Department  
of Technological and Fire Safety  
E.A. Sushko  
Russia, Voronezh, tel. +7 (473) 2-71-30-00  
e-mail: esushko @cchegeu.ru*

А.И. Шульга, Е.А. Сушко

## **ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ АТОМНОЙ ЭНЕРГЕТИКИ**

Представлены результаты анализа баланса выработки энергии различными типами станций. Установлено, что путь развития тепловой энергетики в ближайшее десятилетие лежит в плоскости модернизации существующих мощностей, уменьшения их влияния на окружающую среду при сохранении экономической эффективности. Технологический прорыв, совершенный отечественными учеными позволит в ближайшее время значительно расширить топливную базу современных АЭС, а в перспективе перейти на бинарный цикл использования быстрых и медленных нейтронов за счет полного цикла использования топлива.

**Ключевые слова:** теплоэнергетика, окружающая среда, атомные станции, замкнутый ядерный топливный цикл.

A.I. Shulga, E.A. Sushko

## **PROSPECTS FOR NUCLEAR ENERGY DEVELOPMENT**

The results of an analysis of the balance of energy production by various types of stations are presented. It has been established that the path for the development of thermal energy in the next decade lies in the plane of modernizing existing capacities, reducing their impact on the environment while maintaining economic efficiency. The technological breakthrough made by domestic scientists will in the near future significantly expand the fuel base of modern nuclear power plants, and in the future switch to a binary cycle of using fast and slow neutrons due to the full cycle of fuel use.

**Keywords:** thermal power engineering, environment, nuclear power plants, closed nuclear fuel cycle.

Теплоэнергетические станции различного типа способны выработать достаточно энергии предназначенной для использования не только для потребителей жилищно-коммунального хозяйства, но и для промышленного сектора. Традиционные виды органиче-

ского топлива имеют существенный недостаток, они являются основными источниками выбросов загрязняющих компонентов в окружающую среду. Такие выбросы загрязнений как углекислый газ  $CO_2$ , оксид азота  $NO_x$  и оксиды серы  $SO_x$ , способствуют изменению климата и загрязнению воздуха [1, 2] За последние 20 лет потребление энергии увеличилось и с каждым годом потребление только растёт. Это связано не только с повышением численности населения, но и с увеличением производственных мощностей предприятий. Благодаря этому загрязнение окружающей среды увеличилось, что по некоторым исследованиям влияет на разрушение озонового слоя и приводит к глобальному потеплению и изменению климата. Основные источники вредных выбросов представлены на рисунке 1.

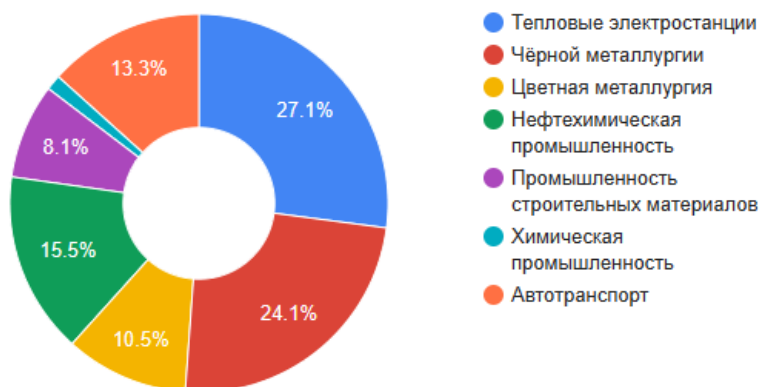


Рис. 1. Основные источники загрязнений антропогенного типа

Как следует из рисунка 1 наибольшее количество вредных выбросов в атмосферу приходится на тепловые электростанции 27,1%, значительной является доля черной металлургии 24,1%. Наименьшие доли выбросов приходятся на химическую промышленность 1,4% и предприятия стройиндустрии 8,1%.

Защита окружающей среды, сохранение природных ресурсов, разработка новых методов производства энергии, является важной задачей для современного общества. Большинство используемых ресурсов для выработки энергии относятся к классу не возобновляемых источников и их ценность возрастает с каждым годом[3,4].

Преобладающим видом топлива, используемым для выработки энергии до сих пор является уголь, мазут и природный газ, потребление которых растёт с каждым годом. Основной вред их и использования связан с загрязнением окружающей среды посредством газообразных, жидких и твердых выбросов, образующихся при эксплуатации источников генерации а также при добыче топлива[5,6].

Методы обработки загрязняющих компонентов значительно продвинулись за последние двадцать лет. Большинство предприятий по выработки энергии не могут быть модернизированы не только из-за недостаточного уровня финансирования, но также из-за конструктивных особенностей предприятий и устаревшего оборудования[7]. Многие из них были построены ещё в середине двадцатого века и имеют значительные ограничения для модернизации. Устаревшее оборудование имеет низкую эффективность и не подходит под современные стандарты.

Данные, представленные на рисунке 2 показывают, что за период 2006 – 2023г на 8% возросла доля выработки электроэнергии ТЭС на газе, на 4% ГЭС. Снизилась доля выработки угольными ТЭС на 8%, на АЭС на 4%. Тем не менее, по прогнозам аналитиков к 2030 г мировой коэффициент не возобновляемых природных ресурсов снизится, а процент использования атомной энергии вырастет до 30%[8].

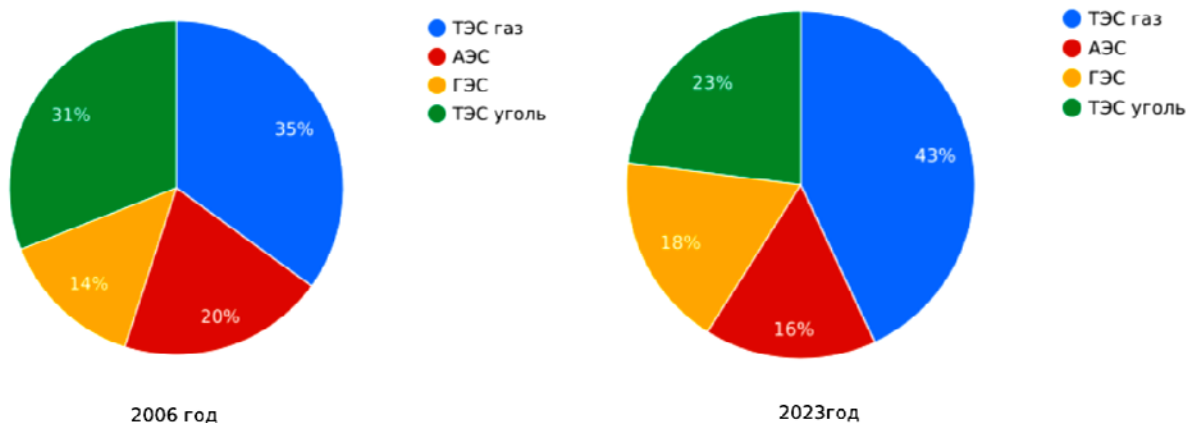


Рис. 2. Выработка электроэнергии по состоянию 2006г и 2023 г

Атомная генерация в своем большинстве была сооружена в 70-80 годы прошлого века. В трудные для нашей страны 90-е годы речь шла просто о сохранении научного потенциала страны и речи не могло быть о ренессансе атомной промышленности, который произошел в конце «нулевых» годов 21 века и продолжается до сих пор. На рисунке 3 представлено изменение установленной мощности электростанций в России по видам за период 1990-2022 г.

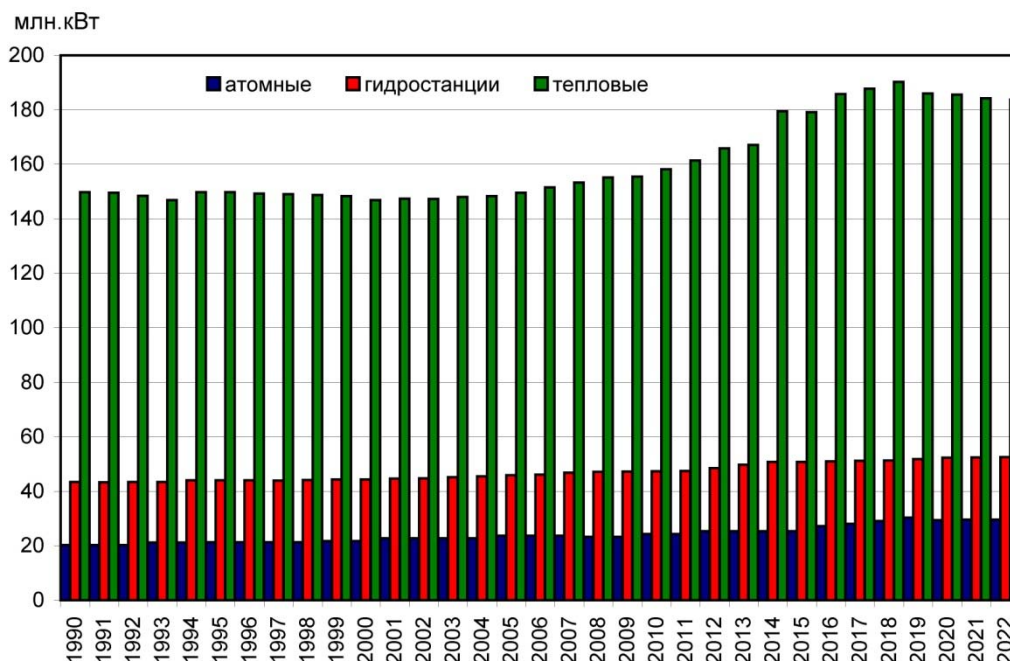


Рис. 3. Установленная мощность электростанций в России, млн. кВт

Из рис. 3 наглядно видно, что рост тепловой генерации произошел на 24 %, рост атомной генерации на 40 %. Необходимо учитывать некоторое падение темпов роста генерации при вводе новых блоков АЭС, которое неизбежно произойдет по факту вывода старых блоков типа РБМК (Чернобыльский тип). Мощности замещения таковых сооружаются на Курской АЭС (2 блока строятся и на 2 получена лицензия Ростехнадзора), уже построены 2 блока и получена лицензия еще на 2 блока Ленинградской АЭС, планируется построить блоки замещения на Смоленской АЭС.

В современном мире наиболее экономически оправданным и экологически чистым способом выработки энергии являются АЭС. Количество выбросов и иного ущерба для окружающей среды минимально, низкая себестоимость энергии и высокий коэффициент полезного действия. Учитывая все плюсы данной технологии, сохранялась серьезная проблема, связанная с утилизацией радиоактивного топлива. В процессе переработки использованного топлива извлекаются ценные радиоактивные компоненты, которые могут быть повторно использованы в новом топливе, однако после извлечения нужных компонентов остаётся значительное количество радиоактивного шлака которой невозможно переработать или утилизировать. Единственный способ снизить вред для окружающей среды – это его последующее захоронение. Данный способ лишь минимизирует влияние на окружающую среду [9].

Благодаря разработкам отечественных учёных эта проблема в скором времени будет решена. Корпорация «Росатом» активно занимается испытаниями так называемого МОКС-топлива, состоящего из смеси плутония (до 1,5%), полученного из отработанного ядерного топлива и побочного продукта обогащения урана – оксидов обедненного урана. Данный вид топлива пока применяется для реакторов на быстрых нейтронах. Результаты годовой работы Белоярской АЭС на таком виде топлива специалистами признаны удовлетворительными, и в настоящее время активно проводятся исследования по внедрению МОКС-топлива на массовых реакторах ВВЭР [10, 11].

Радиационно-эквивалентный подход, реализуемый в замкнутом ядерном топливном цикле, является перспективным способом решения потенциальных экологических проблем при обращении с радиоактивными отходами. Такой подход в значительной степени повышает радиационную безопасность циклов АЭС. По оценкам специалистов широкое внедрение процесса замыкания ядерного топливного цикла с использованием реакторов на быстрых нейтронах позволит в сотни раз повысить эффективность использования природных ресурсов урана по сравнению с настоящей ситуацией в атомной промышленности. Полученные результаты НИОКР (Единый отраслевой тематический план) позволили перейти к строительству промышленного энергокомплекса (ПЭК). На сегодняшний день российскими строителями осуществляется сооружение вышеупомянутого комплекса в городе Северск, где основой являются реакторы на быстрых нейтронах со свинцовым теплоносителем.

## Выводы

Стабильный рост производства и потребления энергии связан с проблемой загрязнения окружающей среды, которая представляет серьезную опасность для человечества. Мировые энергетические потребности в ближайшие десятилетия будут возрастать и какой-либо один вид генерации энергии не сможет их обеспечить, поэтому необходимо развивать все источники энергии и эффективно использовать энергетические ресурсы. Перспективным направлением повышения экологической безопасности отходов атомной промышленности является создание МОКС-топлива. В краткосрочной и среднесрочной перспективе актуальным будет реализация данных технологий в реакторах на быстрых и в последствии медленных нейтронах. Технологический прорыв, совершенный в области замкнутого ядерного топливного цикла позволит вывести атомные станции на новый уровень и значительно повысить их долю в энергобалансе страны.

## Библиографический список

1. Бурков, Д.В. Исследование проблем технологий, применяемых при организации традиционного теплоснабжения / Д.В. Бурков, Е.В. Буркова // Биосферная совместимость: человек, регион, технологии. – 2021. – №1. – С.27–34. doi: 10.21869/2311-1518-2021-33-1-27-34.

2. Китаев, Д.Н. Моделирование работы котла на нерасчетном топливе / Д.Н. Китаев, З.С. Гасанов, А.Н. Иевлев // Жилищное хозяйство и коммунальная инфраструктура.– 2024.– №1(28). – С. 49–57.
3. Черепанова, Е.Д. Сравнительная оценка воздействия на атмосферу выбросов котельной, работающей на разных видах топлива /Е.Д. Черепанова, С.М. Пуринг // Традиции и инновации в строительстве и архитектуре. Строительные технологии. – 2017. – С. 365–368.
4. Копытина, М.Ю. Диагностика загрязнения окружающей среды и комплексный подход к ее защите / М.Ю. Копытина, Д.Н. Китаев Д.Н, Т.В. Шукина, Е.А. Апойкова // Экология и промышленность России. – 2017. – Т. 21.– №4. – С. 59–63.
5. Nagaitsev I.A. Assessment of sources of greenhouse gas emissions from coal mining operations. Bulletin of the Siberian State Industrial University. 2023, no. 3 (45), pp. 111 – 123. (In Russ.). [http://doi.org/10.57070/2307-4497-2023-3\(45\)-111-123](http://doi.org/10.57070/2307-4497-2023-3(45)-111-123)
6. Лукьянов, А.В. Оценка влияния выбросов локальных котельных систем теплоснабжения на окружающую среду / А.В. Лукьянов // Вестник Донбасской национальной академии строительства и архитектуры. – 2019. – № 5 (139). – С. 12–15.
7. Семенов, В.Н. Актуальные проблемы теплоснабжения муниципальных образований (на примере городского округа город Воронеж) / В.Н. Семенов, Д.Н. Китаев, А.С. Овсянников // Вестник центрального регионального отделения Российской академии архитектуры и строительных наук. – 2015.– №14. –С. 100–108.
8. Маркелова, Э.А. Развитие атомной энергетики и ее правового регулирования как шаг на пути к решению глобальных климатических проблем / Э.А. Маркелова // Экономика, предпринимательство и право. – 2023. – Том 13. – №12.– С. 5939–5948. doi:10.18334/ep.13.12.119957.
9. Жерлицина, А.С. Проблемы утилизации отходов в России и Европе / А.С. Жерлицина, Г.Н. Мартыненко, В.И. Лукьяненко, Д.Н. Китаев. В сборнике: Комплексные проблемы техносферной безопасности. Материалы VI Международной научно-практической конференции. В 3-х частях. Воронеж– 2021.– С. 364–369.
10. Шаповаленко, В.В. Реализация замкнутого ядерного топливного цикла в России / В.В. Шаповаленко // Энергетические установки и технологии.– 2022. – Т 8. – № 1. – С. 38-42.
11. Пензин, Р. А. Развитие технологий обращения с жидкими радиоактивными отходами АЭС / Р.А. Пензин, А.А. Свитцов // Радиоактивные отходы. – 2020. – № 4 (13). – С. 90–98. doi: 10.25283/2587-9707-2020-4-90-98.

## References

1. Burkov, D.V. Study of the problems of technologies used in organizing traditional heat supply / D.V. Burkov, E.V. Burkova // Biosphere compatibility: people, region, technologies. – 2021. –№1.– P.27–34. doi: 10.21869/2311-1518-2021-33-1-27-34.
2. Kitaev, D.N. Modeling the operation of a boiler using off-design fuel / D.N. Kitaev, Z.S. Gasanov, A.N. Ievlev // Housing and communal infrastructure. – 2024. – No. 1 (28). – pp. 49–57.
3. Cherepanova, E.D. Comparative assessment of the impact on the atmosphere of emissions from a boiler house operating on different types of fuel /E.D. Cherepanova, S.M. Puring // Traditions and innovations in construction and architecture. Construction technologies. – 2017. – P. 365–368.
4. Kopytina, M.Yu. Diagnosis of environmental pollution and an integrated approach to its protection / M.Yu. Kopytina, D.N. Kitaev D.N., T.V. Shchukina, E.A. Apoikova // Ecology and industry of Russia. – 2017. – Т. 21. – No. 4. – pp. 59–63.
5. Nagaitsev I.A. Assessment of sources of greenhouse gas emissions from coal mining operations. Bulletin of the Siberian State Industrial University. 2023, no. 3 (45), pp. 111 – 123. (In Russ.). [http://doi.org/10.57070/2307-4497-2023-3\(45\)-111-123](http://doi.org/10.57070/2307-4497-2023-3(45)-111-123).

6. Lukyanov, A.V. Assessing the impact of emissions from local boiler heat supply systems on the environment / A.V. Lukyanov // Bulletin of the Donbass National Academy of Construction and Architecture. – 2019. – No. 5 (139). – pp. 12–15.
7. Semenov, V.N. Current problems of heat supply to municipalities (using the example of the Voronezh urban district) / V.N. Semenov, D.N. Kitaev, A.S. Ovsyannikov // Bulletin of the central regional branch of the Russian Academy of Architecture and Construction Sciences. – 2015.– No. 14. -P. 100–108.
8. Markelova, E.A. Development of nuclear energy and its legal regulation as a step towards solving global climate problems / E.A. Markelova // Economics, entrepreneurship and law. – 2023. – Volume 13. – No. 12. – P. 5939–5948. doi:10.18334/epp.13.12.119957
9. Zherlitsina, A.S. Problems of waste disposal in Russia and Europe / A.S. Zherlitsina, G.N. Martynenko, V.I. Lukyanenko, D.N. Kitaev. In the collection: Complex problems of technosphere safety. Materials of the VI International Scientific and Practical Conference. In 3 parts. Voronezh – 2021. – pp. 364–369.
10. Shapovalenko, V.V. Implementation of a closed nuclear fuel cycle in Russia / V.V. Shapovalenko // Energy installations and technologies. – 2022. – T 8. – No. 1. – P. 38-42.
11. Penzin, R. A. Development of technologies for handling liquid radioactive waste from nuclear power plants / R. A. Penzin, A.A. Svitsov // Radioactive waste. – 2020. – No. 4 (13). – pp. 90–98. doi: 10.25283/2587-9707-2020-4-90-98.

# **МЕХАНИЗАЦИЯ СТРОИТЕЛЬСТВА, СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАШИНЫ И МЕХАНИЗМЫ**

УДК 629.353

*Воронежский государственный  
технический университет  
Студент дорожно-транспортного  
факультета гр. НТС-231 А.И. Гетман  
Студент факультета инженерных систем и  
сооружений гр. бТБ-231 Е.А. Логунова  
Студент факультета машиностроения и  
аэрокосмической техники А.А. Андрейкин  
Россия, г. Воронеж, тел. +7 (473) 207-22-20  
e-mail: science@vortechs.team*

*Voronezh State  
Technical University  
Student of the Faculty of Roads and Transport  
A.I. Getman  
Student of the Faculty of Engineering Systems  
and Structures E.A. Logunova  
Student of the Faculty of Mechanical and Aero-  
space Engineering A.A. Andreikin  
Russia, Voronezh, tel. +7 (473) 207-22-20  
e-mail: science@vortechs.team*

А.И. Гетман, Е.А. Логунова, А.А. Андрейкин

## **ОСОБЕННОСТИ КОНСТРУКЦИИ И ЭКСПЛУАТАЦИИ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ГРУЗОВЫХ АВТОМОБИЛЕЙ**

Рассмотрены особенности устройства грузовых автомобилей с электрическими силовыми установками. Проведено сравнение аналогичных моделей с дизельным и электрическим двигателем. Проанализированы эксплуатационные преимущества и недостатки, даны рекомендации по электрификации отечественных грузовиков.

**Ключевые слова:** грузовой автомобиль, электрическая силовая установка, двигатель, эксплуатация, безопасность.

А.И. Getman, Е.А. Logunova, А.А. Andreikin

## **DESIGN AND OPERATIONAL FEATURES OF ELECTRIC TRUCKS**

The design features of trucks with electric and diesel powertrains are considered. A comparison of similar models with diesel and electric engines is carried out. The advantages and disadvantages are analyzed, recommendations for the electrification of domestic market trucks are given.

**Keywords:** truck, electric powertrain, engine, operation, safety.

Стратегия развития автомобильной промышленности РФ предполагает рост доли электрических автомобилей до 20-30% к 2035 г. [1]. Однако, в отличие от сегмента легковых автомобилей, российский и мировой парк грузовых машин пока активно не электрифицируется – из числа 1,5 млрд общего числа автомобилей в мире около 40 млн (2,7%), а грузовиков – менее 100 тыс. (0,036%) из всего 278 млн [2; 3].

При рассмотрении возможности электрификации грузовых автомобилей отечественных производителей уже можно анализировать и применять зарубежный опыт. С учетом того, что вторым самым многочисленным грузовым автомобилем в РФ является самосвал КамАЗ 65115 [1], в данной работе конструкция и эксплуатационные особенности такой техники будут рассматриваться на примере шасси электрического автомобиля-самосвала Volvo FMX Electric (рис. 1).

Volvo FMX выпускается как в дизельной, так и полностью электрической версии (табл.). Обе версии поставляются в конфигурациях шасси от 4x2 до 8x4, однако дизельная также имеет опции с шасси 8x6, 10x4, 10x6. Полная масса с грузом при этом может составлять до 44 т [4].

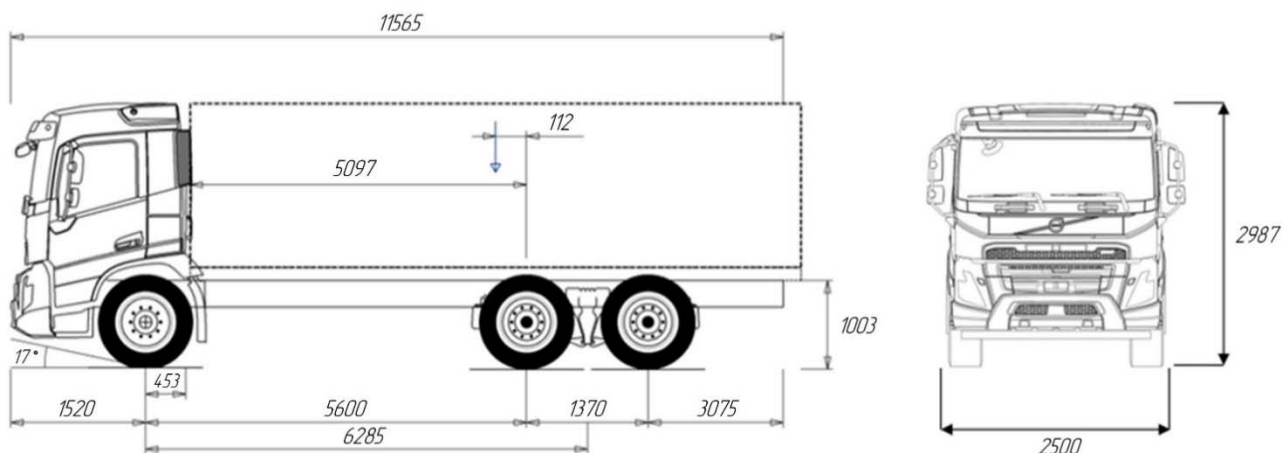


Рис. 1. Габаритные размеры шасси Volvo FMX Electric 6x4

Электрическая версия, в отличие от дизельной, оснащается 2-3 моторами, что позволяет достичь мощности до 666 л.с. против 540 л.с. у самой мощной дизельной 12,8-литровой вариации и пикового крутящего момента 28000 Н·м против 2600 Н·м, что типично для электрических двигателей. Эти двигатели расположены под кабиной (рис. 2), аналогично дизельному, а передача вращения на приводные оси осуществляется также посредством фирменной трансмиссии I-Shift [4].

Аккумуляторные батареи у модели FMX Electric расположены в месте размещения топливных баков у дизельной (рис. 2). Однако, сегодня грузовые автомобили Volvo вместо стандартных плоских начали оснащаться аккумуляторами кубической формы – их количество может составлять от 2 до 6 при емкости каждого в 90 кВт·ч, что в 1,36 раз больше, чем у прошлого поколения [5]. Такое решение позволило упростить компоновку навесного оборудования, упростило монтаж и демонтаж батарейных блоков, а также обеспечило повышение пожарной безопасности, поскольку блоки располагаются по сторонам, а не друг над другом.

Таблица

Свод сравниваемых характеристик  
дизельного и электрического Volvo FMX

Параметр	Ед. изм.	FMX (6x4, с дизельным двигателем D13)	FMX Electric (с электрическим приводом)
Полная масса с грузом	т	44	
Кол-во двигателей	шт.	1	2-3
Рабочий объем двигателя	л	12,8	–
Максимальная мощность	л.с.	540	450-666
Максимальный крутящий момент	Н·м	2600	28000
Общая емкость аккумуляторов	кВт·ч	–	180-540 (2-6 шт.)
Длительность полной зарядки	ч	–	2,5 – 9,5
Запас хода на полном заряде	км	–	до 300

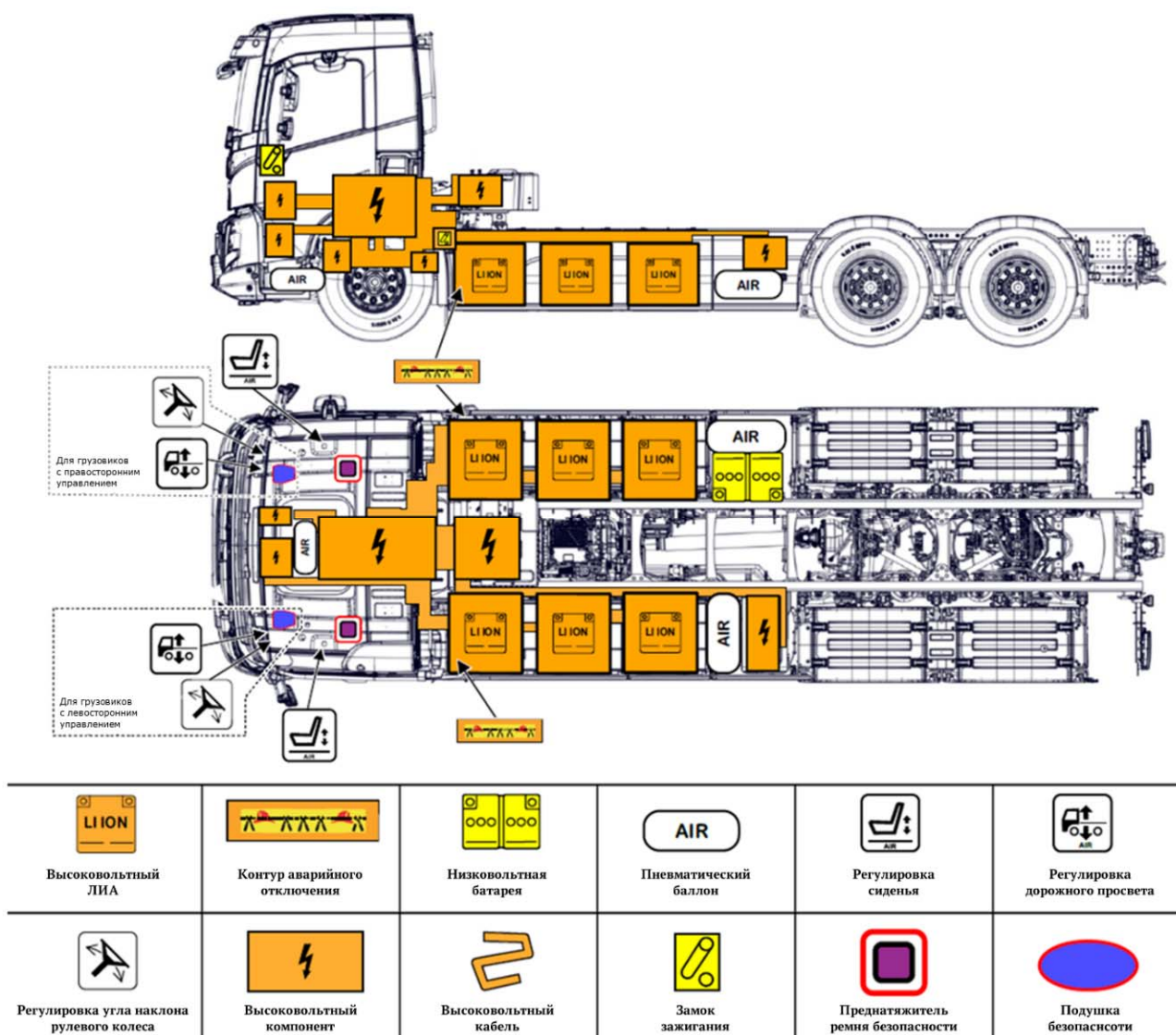


Рис. 2. Расположение элементов электропривода Volvo FMX Electric

Как и у любого электромобиля, у Volvo FMX Electric запас хода довольно ограничен и номинально составляет 300 км, что позволяет эксплуатировать такой автомобиль только на коротком плече. При этом длительность зарядки составляет от 2,5 до 9,5 ч в зависимости от вида электрического тока, что вынуждает увеличивать парк таких машин для исключения длительных простоев.

Несмотря на ограниченный запас хода и длительную зарядку, с эксплуатационной точки зрения электрогрузовик обладает существенными преимуществами – более низкими показателями шума, вибрации и объемов выбросов в непосредственной близости от водителя, что обеспечивает сокращение продолжительности его жизни в 4,9 сут./год против 7,16 у водителя дизельного грузовика [1].

Также необходимо отметить, что пожарная безопасность электрических машин не обеспечена должным образом на уровне инструкций по пожаротушению, разрабатываемых производителями. Сегодня рекомендуется тушить такие машины обильным объемом воды, чтобы остудить аккумулятор, пока он не перестанет самостоятельно загораться вновь. А применяемые для легковых электромобилей погружные контейнеры не представляется возможным использовать для грузовиков ввиду их существенно больших массо-габаритных параметров.

## Выводы

По результатам рассмотрения конструкции Volvo FMX Electric при электрификации существующих моделей отечественных грузовых автомобилей рекомендуется:

1. применять успешный опыт зарубежных производителей, в особенности – компоновку блоков аккумуляторных батарей кубической формы;
2. внедрять новые технологии в области энергетики с целью увеличения дальности пробега на одном заряде и сокращения длительности зарядки;
3. разработать более эффективные и безопасные технологии тушения возгорания элементов высоковольтной системы привода, в частности – аккумуляторов;
4. обеспечивать развитие зарядной инфраструктуры в темпах пропорциональных росту доли электрических автомобилей, в т.ч. грузовиков.

## Библиографический список

1. Оценка влияния негативных факторов на водителя строительного автомобиля-самосвала с электрической силовой установкой / В. А. Жулай, Е. И. Головина, Н. С. Жидких, Е. А. Логунова // Архитектурно-строительный и дорожно-транспортный комплексы: проблемы, перспективы, инновации : Сборник материалов VIII Международной научно-практической конференции, Омск, 23–24 ноября 2023 года. – Омск: Сибирский государственный автомобильно-дорожный университет (СибАДИ), 2023. – С. 385-389. – EDN GJSVLS.
2. Are we about to enter the era of the electric truck – Текст: электронный // Faist Group – URL: <https://faistgroup.com/news/the-era-of-the-electric-truck/> (дата обращения: 22.04.2024 г.);
3. How many trucks are there in the world – Текст: электронный // Vehicle Help – URL: <https://vehiclehelp.com/how-many-trucks-are-there-in-the-world/> (дата обращения: 24.04.2024 г.);
4. Volvo FMX Electric – Текст: электронный // Volvo Trucks – URL: [volvotrucks.com/en-en/trucks/electric/volvo-fmx-electric.html](https://volvotrucks.com/en-en/trucks/electric/volvo-fmx-electric.html) (дата обращения: 26.04.2024 г.);
5. 2022 Volvo Truck Battery – Текст: электронный // Battery Design – URL: <https://batterydesign.net/2022-volvo-truck-battery/> (дата обращения: 28.04.2024 г.);
6. Колчин, В. В. Пожарная безопасность электромобилей / В. В. Колчин, А. С. Крутолапов // Пожарная безопасность: проблемы и перспективы. – 2018. – Т. 1, № 9. – С. 417-419. – EDN YQIGPR.

## References

1. Negative factors impact assessment on the driver of a construction electric dump truck / V.A. Zhulai, E.I. Golovina, N.S. Zhidkikh, E.A. Logunova // Architectural, construction and road transport complexes: problems, prospects, innovations : Collection of materials of the VIII International Scientific and Practical Conference, Omsk, November 23-24, 2023. Omsk: Siberian State Automobile and Road Engineering University (SibADI), 2023. – P. 385-389. – EDN GJSVLS.
2. Are we about to enter the era of the electric truck – Electronic resource // Faist Group – URL: <https://faistgroup.com/news/the-era-of-the-electric-truck/> (date of reference: 22.04.2024 г.);
3. How many trucks are there in the world – Electronic resource // Vehicle Help – URL: <https://vehiclehelp.com/how-many-trucks-are-there-in-the-world/> (date of reference: 24.04.2024 г.);
4. Volvo FMX Electric – Electronic resource // Volvo Trucks – URL: [volvotrucks.com/en-en/trucks/electric/volvo-fmx-electric.html](https://volvotrucks.com/en-en/trucks/electric/volvo-fmx-electric.html) (date of reference: 26.04.2024 г.);
5. 2022 Volvo Truck Battery – Electronic resource // Battery Design – URL: <https://batterydesign.net/2022-volvo-truck-battery/> (date of reference: 28.04.2024 г.);
6. Kolchin V.V., Fire safety of electric vehicles / V.V. Kolchin, A.S. Krutolapov // Fire safety: problems and perspectives. – 2018. – V. 1, № 9. – P. 417-419. – EDN YQIGPR.

*Воронежский государственный  
технический университет  
Студент дорожно-транспортного  
факультета В.А. Дядюшкин  
e-mail: vdadushkin851@gmail.com  
Канд. техн. наук, доц. кафедры строитель-  
ной техники и инженерной механики имени  
профессора Н.А. Ульянова  
Р.А. Жилин  
Россия, г. Воронеж, тел. +7(473) 277-01-29  
e-mail: razhilin@yandex.ru*

*Voronezh State  
Technical University  
Student of the Faculty of Road Transport  
Faculty V.A. Diadiushkin  
e-mail: vdadushkin851@gmail.com  
D.Sc.(Engineerin), Associate prof. of the chair  
construction machinery and engineering me-  
chanics of a name of professor N.A. Ulyanov  
R.A. Zhilin  
Russia, Voronezh, tel. +7(473) 277-01-29  
e-mail: razhilin@yandex.ru*

В.А. Дядюшкин, Р.А. Жилин

### **КОРОБКА ПЕРЕКЛЮЧЕНИЯ ПЕРЕДАЧ DSG. ПРЕИМУЩЕСТВА И НЕДОСТАТКИ**

Рассматриваем разновидности, преимущества и недостатки коробки переключения передач DSG

**Ключевые слова:** КПП, преселектив, перенагрузка, DSG, мехатроник.

V.A. Diadiushkin, R.A. Zhilin

### **DSG GEARBOX. ADVANTAGES AND DISADVANTAGES**

We consider the types, advantages and disadvantages of the DSG gearbox

**Keywords:** Gearbox, preselective, overload, DSG, mechatronics.

Коробка переключения передач (КПП) – это элемент трансмиссии автомобиля, механизм, который передаёт мощность от двигателя внутреннего сгорания (ДВС) на ведущие колёса автомобиля, расширяя диапазон частоты вращения и крутящий момент двигателя. Этот узел отвечает за эффективную работу двигателя, а также влияет на динамику движения и расход топлива автомобиля.

На сегодняшний день самыми распространёнными являются 2 вида коробок переключения передач – КПП с ручным переключением (механика) и так называемые «классический» автомат (гидротрансформатор). Также ещё существуют вариаторы и «роботы», они тоже распространены, но не так сильно, как первые 2 вида КПП.

Отдельным классом среди всех видов КПП является преселективная КПП.

Преселектив, или же как их все называют DSG, это лишь только товарный знак автомобилестроительной марки Volkswagen, такой же как Power Shift от Ford, S-tronic от Audi и PDK от Porsche.

На DSG остановимся поподробнее.

DSG (Direct Shift Gearbox) – «коробка передач прямого переключения» — это роботизированная коробка передач механического типа, которая имеет автоматический привод переключения передач (умеющая держать готовые передачи для следующего переключения).

Отличительной чертой данной трансмиссии перед «классическими» автоматами является наличие параллельно расположенных 2-х сцеплений. Через первое сцепление функционируют нечётные передачи коробки, а через второе – чётные. Благодаря такому устройству происходит очень плавное (без пинков) переключение от одной передачи к другой.

Основными узлами коробки DSG являются:

- 1 – двойное сцепление;
- 2 – механическая часть;
- 3 – модуль управления (mechatronic).

Модуль управления (мехатроник) – это центра управления коробкой передач. Состоит из 2-х частей: электронная и исполнительная.

Электронная – это его «мозг», блок с печатной платой и датчиками. Он обрабатывает множество данных (в том числе и с других блоков управления автомобиля), чтобы вычислить режим движения и вовремя дать команду нажимать и отпускать сцепления, включать и менять нужные передачи.

А непосредственное управление всеми механизмами коробки DSG осуществляет исполнительная часть мехатроника с масляным насосом, клапанами и гидравлическими приводами, обеспечивающими сами переключения в преселективных коробках передач DSG.

Механическая часть - она имеет много общего с обычной ручной коробкой передач. Ведь здесь тоже есть похожая редукторная часть с валами и шестернями, вилками переключения и синхронизаторами. А помимо сразу двух сцеплений, главное отличие от обычной механической коробки передач заключается в том, что водителю нет нужды самому заботиться о выжиме сцепления и переключении передач — этим занимается автоматика.

Volkswagen AG сегодня массово применяют данный вид коробки передач на автомобилях марок своего концерна, таких как Volkswagen, Skoda, Audi и Seat. Также VW AG являются пионерами массового серийного производства и использования данного типа коробки передач.

Самая первая DSG-6, с индексом DQ-250 от VW AG дебютировала в 2003 году, и данный тип трансмиссии они выпускают и по сей день. Данная разработка на тот момент выглядела ни много ни мало как прорыв в развитии автомобильных трансмиссий.

Golf R32 (заряженная версия Volkswagen Golf 4 поколения) 2003 модельного года стал первым автомобилем, который примерял на себе самую первую серийную DSG-6 DQ250.

DSG-6 DQ250 это 6-ступенчатая РКПП с «мокрым» сцеплением. Совместная разработка Volkswagen и американской компании BorgWarner. Здесь сцепления представляют собой пакет фрикционов, работающих в масляной ванне, которая обеспечивает им смазку и охлаждение. Такая конструкция сложная и дорогая в обслуживании, однако она долговечна и способна передавать большой крутящий момент.

За счет нахождения внутренних компонентов трансмиссии в масляной ванне они не так подвержены механическому износу и перегреву, что только придает коробке передач надежности и выносливости. С правильным и квалифицированным обслуживанием DSG-6 DQ250 будет служить долго и обеспечит превосходные скоростные показатели автомобиля.

Несмотря на распространенное среди автолюбителей мнение, что робот с «мокрым» сцеплением капризен и ненадежен, DQ250 способна выработать весь заложенный производителем потенциал. Первые проблемы обычно возникают на рубеже 150 000 километров, если не придерживаться заявленным правилам эксплуатации автомобиля.

В первую очередь страдает сцепление, а если не придерживаться основных правил эксплуатации транспортного средства с РКПП, то еще раньше выйдет из строя мехатроник – «мозговой» центр трансмиссии.

DSG-6 DQ250 не переносит кратковременную езду с резкими остановками. Подобный ритм движения происходит, например, в пробках, которых по возможности следует избегать не только с целью экономии времени, но и с целью предотвращения активного износа деталей коробки передач.

Работая в таком режиме, детали коробки DSG-6 намного интенсивнее изнашиваются, чем во время устойчивого движения машины по дороге или загородной трассе с установленной скоростью.

Крайне важно уметь распознавать первые сигналы поломки и вовремя предпринимать необходимые действия. Время играет не на водителя, если РКПП подает даже малейший признак наличия неисправности. Переход DSG-6 DQ250 в аварийный режим работы сразу после запуска двигателя обычно свидетельствует о проблеме в блоке мехатроника.

Коварность поломки в том, что после повторного запуска мотора ошибка, как правило, исчезает, и водители со временем забывают об инциденте. Намного проще заменить блок управления, чем полностью менять дорогостоящий мехатроник. Второй вид ремонта наиболее вероятен, если сразу не предпринять соответствующие меры и не отправиться на станцию технического обслуживания.

Вывод по данному типу трансмиссии: Автомобили с роботизированной коробкой любят равномерную езду без постоянных смен режимов движения. Любители резко трогаться с пробуксовкой в скором времени становятся клиентами сервисного центра. Не следует поддаваться соблазну вдавить педаль акселератора с загоранием зеленого света светофора. Безусловно, ресурс робота сопряжен с качеством и своевременностью его обслуживания. Необходимо как минимум каждые 60 тысяч километров пробега менять трансмиссионную жидкость с фильтрами. В идеале это должна быть рекомендованная изготовителем узла техническая жидкость. Пользоваться дешевыми аналогами не рекомендуется, экономия в данном случае – не лучшее решение. Все сэкономленные средства на масле и оригинальных фильтрах автовладелец растратит позже, когда робот выйдет из строя.

Коробка передач DSG-7 (DQ200) стала самой массовой и доступной в линейке DSG. В отличие от первой версии – DSG-6, она получила не только семь ступеней, но и «сухие» сцепления – то есть работающие не в масле, а в воздушной среде.

Совместная разработка Volkswagen и компании LUK.

DQ-200 была представлена миру в 2008 году, и тогда же она заняла свое место в линейке DSG. 7-ступенчатая роботизированная коробка DSG-7 DQ200 имеет дурную славу ненадежного и несовершенного агрегата. У многих автолюбителей одно название этой трансмиссии с сухим двойным сцеплением вызывает исключительно негативные эмоции. Если говорить о первых версиях этой КПП, она действительно имела множество существенных недостатков, но после крупных модернизаций в 2011 и 2014 году «робот» существенно изменился.

За годы выпуска и эксплуатации DQ250 не собрала столько негатива, сколько за первые пару лет это сделал DQ200. Потребители жаловались на жесткое включение передач, на низкий, порой не превышающий 40 000–50 000 км ресурс сцепления. А производитель констатировал отказ датчиков и электронасоса, недоработки по «железу» и софту.

Как-же Volkswagen модернизировала и дорабатывала данную трансмиссию? Концерном VW AG было заявлено, что диски сцепления DQ200, могли пройти 200 000 км. Все зависело от того, как и где эксплуатировал автомобиль владелец. Если в городе, в пробках, к тому же исповедуя агрессивный стиль езды, то летело сцепление довольно быстро.

Судя по всему, первые опыты VAG касались изменения материала накладок, который мог быть мягче и жестче, что влияло на качество включений. В итоге перебрали несколько вариантов.

Первое что предприняли сделать, это изменили конструкцию корзины сцепления и вилок включения дисков.

До 2011 года периодически перегорали платы мехатроника. Производитель проводил отзывную кампанию по замене масла в механической части. Причиной являлось то, что на первых сериях коробки механическую часть DQ200 заправляли синтетическим маслом. И несмотря на то, что оно не должно контактировать с платами мехатроника, все равно просачивалось в блок управления и выжигало дорожки.

Редко отказывают датчики давления, из-за чего на горячую загорается индикатор неисправности. Потребуется замена платы с блоком управления. Хотя датчик можно выпаять и поменять, если найти «донорскую» плату с горелыми дорожками, но целыми датчиками.

Вилка включения шестой и задней передач с завода выполнена на шарикоподшипниках. Один из подшипников рассыпается. От этого пропадают соответствующие передачи. Хуже, если шарики из рассыпавшегося подшипника попадут под другие вилки — есть риск «потерять» и остальные передачи. Но, случилось это редко. Лечится путём установки модифицированной вилки от производителя без шариковых шарниров.

В 2016 году Volkswagen исправили вилку включения шестой и задней передач.

Другая самая известная и частая неприятность, подстерегающая владельцев DQ200, — трещины в плите мехатроника там, где в нее вкручивается гидроаккумулятор.

Эта неисправность носит массовый характер лишь для определенных серий гидроблоков. Полагают, что отливка плиты выполнялась с браком. Поскольку трещины попадают не системно, а лишь на автомобилях марок Skoda 2013 года и Audi 2011-го года. Автомобили этих марок и годов выпуска обращались с проблемами довольно часто. К тому же в 2014–2017 гг. VAG выпускал дополнительную прошивку ПО для того, чтобы понизить давление в системе приводов — с 60 до 53 атмосфер. Однако любой владелец автомобиля с «сухим» «роботом» может встретиться с данной поломкой. Решается эта проблема установкой гидроблоков с металлической вставкой. Или гидроблоки, в которых отсутствуют выжимной подшипник и вилка включения, которые также необходимо менять.

Менять масло в механической части следует с интервалом, как в обычной МКП. Но заливать чуть больше номинального объема – два литра. Так шестерни и подшипники будут смазываться качественнее. В мехатронике рабочая жидкость не изнашивается – заправлена на весь срок службы.

Также. При эксплуатации «робота» с сухими сцеплениями нужно соблюдать определенные правила. Так, он не любит рваного ритма движения. Зато хорошо переносит высокие скорости и дальние расстояния, когда нет необходимости часто переключаться. Но, к примеру, в пробках надо применять следующую тактику: при пешеходных скоростях принудительно (рычагом) ограничивать коробку первой передачей. При остановках переводить трансмиссию в нейтраль. Это требуется для того, чтобы сомкнутые диски не перегревались и не корбились. В конце концов, «сухая» DSG крайне критична ко всему тому, что лежит между позициями «включено» и «выключено». В этих режимах сцепление работает с проскальзыванием и, соответственно, активно греется, как если бы вы трогались в горку на классической «механике».

Вывод по данному типу трансмиссии: DSG DQ250 это живой пример пословицы «Не так страшен чёрт, как его малюют». Прогресс не стоит на месте, и все новые технологии, хоть они и по началу бывают проблемные, обязательно будут пересматриваться и модернизироваться.

## Вывод

Бесспорно, основным и главным плюсом DSG является скорость работы трансмиссии. Имея 2 сцепления, коробка может переключать передачи практически мгновенно, превосходя скорость переключения даже на МКПП: при старте движения, когда включена 1-я передача, вторая уже находится в зацеплении. При этом, помимо 2-х сцеплений, в коробке реализовано 2 ряда валов, что позволяет непрерывно передавать крутящий момент на колеса. Это отлично сказывается на динамике разгона, одновременно при этом, позволяя оставаться автомобилю экономнее своих собратьев, оснащенных МКПП.

Как и любая автоматическая трансмиссия, коробка DSG нуждается в регулярном обслуживании. Прежде всего оно заключается в замене масла, которое нужно обновлять каждые 60 000 км.

Что же до особенностей эксплуатации, то следует знать некоторые нюансы, которые позволят дольше сохранить работоспособность коробки DSG и избежать преждевременного ремонта. У нас есть большой гид о правильной эксплуатации «роботов», здесь же отметим основные моменты.

Застрявший в грязи или снегу автомобиль с такой трансмиссией не следует пытаться выволить сильными пробуксовками или интенсивными попытками выехать враскачку: DSG это не любит. Следует перевести коробку в нейтральный режим и вытащить автомобиль, например, с помощью троса.

Не стоит производить чип-тюнинг двигателя, который излишне повысит его крутящий момент – это приведет к ускоренному износу не только сцеплений, но и всей коробки DSG.

При движении в пробках желательно переключать передачи в ручном режиме, поскольку коробка DSG может слишком часто и без особой необходимости повышать ступени, что также снижает ресурс сцеплений и всего агрегата.

#### Библиографический список

1. DSG – роботизированная коробка передач: принцип действия, надежность и ресурс. – URL: <https://dzen.ru/a/XobuA1ojLjQisp1p>.
2. Все о DSG: достоинства и особенности. – URL: <https://favorit-motors.ru/articles/ekspluataciya-avto/vse-o-dsg-dostoinstva-i-osobennosti/>
3. Коробка DSG: что это за агрегат и как он работает. – URL.: [https://auto.ru/mag/article/korobka-dsg-cto-eto-za-agregat-i-kak-rabotaet/?utm\\_referrer=https%3A%2F%2Fyandex.ru%2F](https://auto.ru/mag/article/korobka-dsg-cto-eto-za-agregat-i-kak-rabotaet/?utm_referrer=https%3A%2F%2Fyandex.ru%2F)

#### References

1. DSG – robotic gearbox: principle of operation, reliability and service life. – URL: <https://dzen.ru/a/XobuA1ojLjQisp1p>.
2. All about DSG: advantages and features. – URL: <https://favorit-motors.ru/articles/ekspluataciya-avto/vse-o-dsg-dostoinstva-i-osobennosti/>
3. DSG Box: what is this unit and how does it work. – URL.: [https://auto.ru/mag/article/korobka-dsg-cto-eto-za-agregat-i-kak-rabotaet/?utm\\_referrer=https%3A%2F%2Fyandex.ru%2F](https://auto.ru/mag/article/korobka-dsg-cto-eto-za-agregat-i-kak-rabotaet/?utm_referrer=https%3A%2F%2Fyandex.ru%2F)

УДК 621.878.2

*Воронежский государственный  
технический университет  
Д-р. техн. наук, проф., зав. кафедрой  
строительной техники и инженерной  
механики имени профессора. Н.А. Ульянова  
В.А. Жулай  
Ст. преп. кафедры строительной техники  
и инженерной механики имени профессора  
Н.А. Ульянова Е.В. Кожакин  
студент гр. мНТК-221, Д.Я. Свеженцев  
студент гр. мНТК-221, М.В. Степанов  
студент гр. мНТК-221, П.М. Харченко  
Россия, г. Воронеж, тел. +7(473) 2-70-66-90,  
e-mail: kozhakin-e@mail.ru*

*Voronezh State  
Technical University  
Dr. Sci. Tech., prof., head of the chair of con-  
struction machinery and engineering mechan-  
ics of a name of professor N.A. Ulyanov  
V.A. Zhulai  
Chief lecturer of the chair of construction ma-  
chinery and engineering mechanics of a name  
of professor N.A. Ulyanov E.V. Kozhakin  
a student gr. mNTK-221, D.Y. Svezhentsev  
a student gr. mNTK-221, M.V. Stepanov  
a student gr. mNTK-221, P.M. Kharchenko  
Russia, Voronezh, tel. +7(473) 2-70-66-90,  
e-mail: kozhakin-e@mail.ru*

В.А. Жулай, Е.В. Кожакин, Д.Я. Свеженцев, М.В. Степанов, П.М. Харченко

## **СОВРЕМЕННЫЕ КОНСТРУКЦИИ МЕХАНИЗМОВ ПОВОРОТА ОТВАЛОВ АВТОГРЕЙДЕРОВ**

В статье рассмотрены современные конструкции механизмов поворота отвалов автогрейдеров, дан анализ преимуществ и недостатков этих механизмов. Сделан вывод, что возможность изменения угла захвата автогрейдера под нагрузкой является важным свойством механизма его поворота, а эту возможность могут обеспечить только механизмы поворота отвала с приводом от силовых гидроцилиндров.

**Ключевые слова:** автогрейдер, рабочий орган.

V.A. Zhulai, E.V. Kozhakin, D.Y. Svezhentsev, M.V. Stepanov, P.M. Kharchenko

## **MODERN DESIGNS OF DUMP ROTATION MECHANISMS MOTOR GRADERS**

The article considers modern designs of dump rotation mechanisms for graders, analyzes the advantages and disadvantages of these mechanisms. It is concluded that the possibility of changing the grader's grip angle under load is an important property of its rotation mechanism, and this possibility can only be provided by blade rotation mechanisms driven by power hydraulic cylinders.

**Keywords:** grader, working body.

Автогрейдер является одной из основных и самой универсальной машиной в дорожном строительстве. Его универсальность во многом обуславливается возможностью изменения положения отвала в 3-х плоскостях под разными углами. Это обеспечивается особенностями конструкции рабочего оборудования автогрейдера, которое состоит из тяговой рамы соединенной с основной рамой шаровым шарниром, имеющим три степени свободы и управляемой двумя гидроцилиндрами ее подъема-опускания и гидроцилиндром выноса ее в сторону, а также, установленном на ней поворотного круга с отвалом, осуществляющим изменение его угла захвата.

Такая конструкция рабочего оборудования автогрейдера обеспечивает ему возможность резания и перемещения грунта и дорожно-строительных материалов под любыми углами к горизонтали и направлению его движения (рис. 1).



Рис. 1. Автогрейдер ГС 25.01 производства ПАО «Брянский Арсенал»

При косом резании и перемещении грунта и дорожно-строительных материалов производительность автогрейдера будет во многом зависеть от величины угла захвата отвала. Значение этого параметра установки отвала определяет величину сопротивления грунта копанью и скорость схода перемещаемого материала с отвала, а, следовательно, и производительность автогрейдера [1-3].

Оптимальная величина угла захвата, обеспечивающая минимальное значение сопротивления грунта копанью и максимальную скорость схода перемещаемого материала с отвала зависит от вида и состояния грунта или перемещаемого материала [1-3]. Значение оптимального угла захвата можно определить по результатам экспериментальных исследований или по косвенным признакам оператором автогрейдера [3].

Для выбора оптимального угла захвата отвала автогрейдера во время работы машины оператор должен иметь возможность изменять его величину под нагрузкой непосредственно в процессе копания или перемещения грунта. Таким образом, возможность изменения угла захвата отвала автогрейдера под нагрузкой является важным свойством механизма его поворота.

Рассмотрим конструкции механизмов поворота отвала современных автогрейдеров.

Традиционной и наиболее широко распространенной является конструкция с установкой отвала на поворотном круге, который приводится во вращение шестерней закрепленной на выходном валу червячного редуктора. А привод самого червячного редуктора осуществляется аксиально-поршневым гидромотором [4].

Преимуществом такого механизма поворота отвала автогрейдера является возможность полного поворота отвала на  $360^{\circ}$ , установки его под любым углом в плане, а также работы отвалом при движении задним ходом.

Недостатками этой конструкции являются невозможность изменения угла захвата во время работы под нагрузкой, а также склонность к заклиниванию поворотного круга в направляющих из-за действия одной сосредоточенной радиальной силы от ведущей шестерни привода.

Однако, тем не менее, из-за её простоты она является самой распространенной на современных автогрейдерях.

Конструкторами Брянского завода дорожных машин была запатентована конструкция механизма поворота отвала автогрейдера с помощью двух гидроцилиндров [5] авторское свидетельство на которую приведено на рис.2.



Рис. 2. Схема и описание к авторскому свидетельству SU 1682482 A1

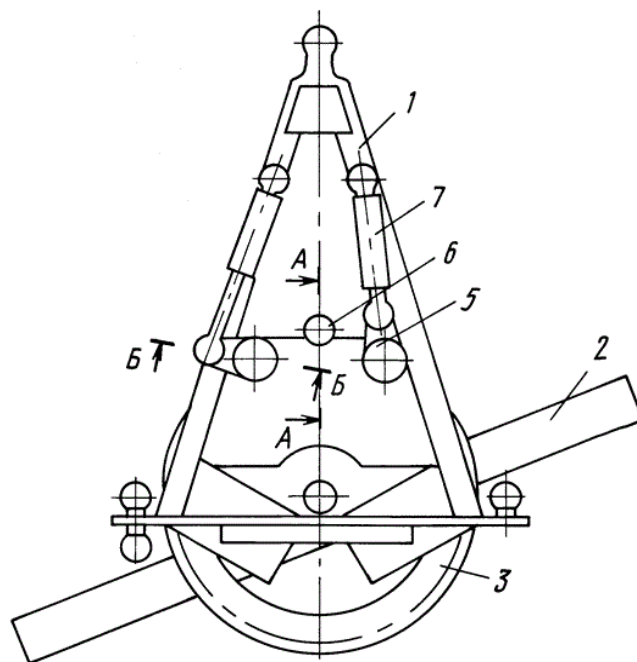
В предложенной конструкции поворот отвала 3 осуществляется гидроцилиндрами 4 в пределах  $60^{\circ}$  в любую сторону. Для поворота на больший угол или полного поворота на  $360^{\circ}$  для работы автогрейдера задним ходом последовательно расфиксируют и фиксируют фиксаторы 6 и поворачивают поворотный круг 7 на увеличенный угол в любую сторону.

Таким образом, угол захвата отвала может изменяться под нагрузкой на величину  $\pm 60^{\circ}$ , чего вполне достаточно для подбора оптимального значения угла захвата для данных конкретных условий работы.

Основным недостатком этой конструкции является увеличение времени поворота отвала на угол больший  $60^{\circ}$  и значительная амплитуда изгиба гидроцилиндров поворота отвала при движении на транспортном режиме.

Аналогичные конструкции механизмов поворота отвала, только без управляемых фиксаторов применяются в настоящее время многих моделях автогрейдеров выпускаемых ПАО «Брянский Арсенал» рис. 1, [6].

Дальнейшим развитием конструкций механизмов поворота отвала автогрейдера является конструкция предложенная коллективом инженеров теперь уже ОАО «Брянский Арсенал» [7] схема которого приведена на рис. 3.



**Рис. 3.** Схема механизма поворота отвала автогрейдера по патенту RU № 2155254

В этом механизме вращение поворотного круга отвала автогрейдера осуществляется попеременно двумя зубчатыми секторами, приводимыми в движение индивидуальными гидроцилиндрами. Управление работой этих гидроцилиндров производится специальным следящим гидрораспределителем. Такая конструкция механизма поворота обеспечивает плавный бесступенчатый поворот отвала автогрейдера на  $360^{\circ}$ .

В отличие от предыдущей конструкции с гидроцилиндрами поворота отвала эта лишена таких недостатков как необходимость перехвата поворотного круга для разворота на угол более  $60^{\circ}$  и раскачки длинных гидроцилиндров при транспортных пробегах.

Данная конструкция реализована и используется на современных автогрейдерах серии G китайской фирмы SDLG [8], рис.4.



**Рис. 4.** Механизм поворота отвала автогрейдера серии G китайской фирмы SDLG

Развитием конструкции механизма поворота отвала с зубчатыми секторами, приводимыми в действие гидроцилиндрами, является разработанная в ВГТУ конструкция защищенная патентом на изобретение №2785775 [9].

Представленные обзор и анализ конструкций механизмов поворота отвалов современных автогрейдеров свидетельствуют о том, что наиболее перспективными являются конструкции, обеспечивающие большие крутящие моменты на поворотном круге с помощью привода с силовыми гидроцилиндрами, а, следовательно, и изменение угла резания отвала под нагрузкой в процессе работы машины.

#### Библиографический список

1. О производительности землеройно-транспортных машин / В.А. Жулай // Строительные и дорожные машины. – 2013. – № 3. – С. 37 – 39.
2. Исследование тяговых и эксплуатационных показателей автогрейдера ГС-25.09 / В.В. Журавлев, А.П. Потапов, В.А. Жулай, [и др.] Строительные и дорожные машины. – 2014. – № 1. – С. 02–05.
3. Сравнительные испытания работы автогрейдера ДЗ-199 при ручном и автоматическом управлении отвалом / П.И. Никулин, И.М. Тепляков, А.А. Кононов, В.А. Жулай // Известия высших учебных заведений. Строительство. – 2002. – № 11 (527). – С. 91-93.
4. Обзор конструкций современных автогрейдеров / Ш.К. Мукушев, В.В. Филиппи // Вестник СибАДИ. – 2015. – № 6 (46). – С. 24 – 28.
5. Рабочее оборудование автогрейдера / Ильюшин В.Ф., Попов А.М., Соловьянов С.В., Шалимов Ю.Н., Петрищев Л.Г. // Авторское свидетельство на изобретение SU 1682482 A1 с приоритетом от 04.04.1989, Опубл. 07.10.1991, Бюл. № 37.
6. <https://брянский-арсенал.рф/>
7. Рабочее оборудование автогрейдера / Ильюшин В.Ф., Жураховский Г.Н., Мамедов А.А. // Патент на изобретение RU № 2155254 с приоритетом от 26.11.1997, Опубл. 27.08.2000, Бюл. № 24.
8. <https://sdlg.ru/>
9. Рабочее оборудование автогрейдера / Жулай В.А., Тюнин В.Л., Щиенко А.Н., Кожакин Е.В. // Патент на изобретение № 2785775 с приоритетом от 03.12.2021, Опубл. 13.12.2022, Бюл. № 35.

#### References

1. On the productivity of earthmoving and transport machines / V.A. Zhulai // Construction and road machines. - 2013. – No. 3. – pp. 37-39.
2. Research of traction and performance indicators of the GS-25.09 grader / V.V. Zhuravlev, A.P. Potapov, V.A. Zhulai, [et al.] Construction and road vehicles. - 2014. – No. 1. – pp. 02-05.
3. Comparative tests of the DZ-199 grader operation with manual and automatic blade control / P.I. Nikulin, I.M. Teplyakov, A.A. Kononov, V.A. Zhulai // Izvestia of higher educational institutions. Construction. – 2002. – № 11 (527). – Pp. 91-93.
4. Review of designs of modern graders / Sh.K. Mukushev, V.V. Filippi // Bulletin of SibADI. – 2015. – № 6 (46). – Pp. 24-28.
5. Working equipment of the grader / Ilyushin V.F., Popov A.M., Solovyanov S.V., Shalimov Yu.N., Petrishchev L.G. // Copyright certificate for the invention SU 1682482 A1 with priority dated 04.04.1989, Publ. 07.10.1991, Bul. No. 37.
6. <https://брянский-арсенал.рф/>
7. Working equipment of a motor grader / Ilyushin V.F., Zhurakhovsky G.N., Mamedov A.A. // Patent for invention RU No. 2155254 with priority dated November 26, 1997, Publ. 08/27/2000, Bull. No. 24.
8. <https://sdlg.ru/>
9. Working equipment of a motor grader / Zhulay V.A., Tyunin V.L., Shchienko A.N., Kozhakin E.V. // Patent for invention No. 2785775 with priority from 12/03/2021, Publ. 12/13/2022, Bulletin. No. 35.

*Воронежский государственный  
технический университет  
Д-р. техн. наук, проф., зав. кафедрой  
строительной техники и инженерной  
механики имени профессора Н.А. Ульянова  
В.А. Жулай  
Канд. техн. наук, доцент кафедры  
строительной техники и инженерной  
механики имени профессора Н.А. Ульянова  
Ю.Н. Спасибухов  
Канд. техн. наук, доцент кафедры  
строительной техники и инженерной  
механики имени профессора Н.А. Ульянова  
А.Н. Щиенко  
Магистрант группы мНТК-221  
Е.А. Ягодкин  
Россия, г. Воронеж, тел. +7(473) 2-77-01-29  
e-mail: a.n.shienko@mail.ru*

*Voronezh State  
Technical University  
Dr. Sci. Tech., prof., head of the chair of con-  
struction machinery and engineering mechanics  
of a name of professor N.A. Ulyanov  
V.A. Zhulai  
Cand. of Tech. Science, Associate prof. of the  
chair of construction machinery and engineering  
mechanics of a name of professor N.A. Ulyanov  
Yu.N. Spasibukhov  
Cand. of Tech. Science, Associate prof. of the  
chair of construction machinery and engineering  
mechanics of a name of professor N.A. Ulyanov  
A.N. Shchienko  
Master's student of the mNTK-221 group  
E.A. Yagodkin  
Russia, Voronezh, tel. +7 (473) 2-77-01-29  
e-mail: a.n.shienko@mail.ru*

В.А. Жулай, Ю.Н. Спасибухов, А.Н. Щиенко, Е.А. Ягодкин

#### **АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ ХАРАКТЕРИСТИК ДЕФЕКТНОЙ КАРДАННОЙ ПЕРЕДАЧИ НА ЗНАЧЕНИЕ ДИАГНОСТИЧЕСКОГО ПРИЗНАКА**

В статье представлены обоснование выбора диагностических параметров при вибрационном диагностировании карданных передач землеройно-транспортных машин на примере автогрейдера, уравнение, описывающее изменение виброскорости опоры вала карданной передачи. Выполнен анализ влияния характеристик дефектной карданной передачи на значение диагностического признака.

**Ключевые слова:** землеройно-транспортные машины, карданные передачи, вибрационное диагностирование.

V.A. Zhulai, Yu.N. Spasibukhov, A.N. Shchienko, E.A. Yagodkin

#### **ANALYSIS OF THE INFLUENCE OF THE CHARACTERISTICS OF A DEFECTIVE CARDAN TRANSMISSION ON THE VALUE OF THE DIAGNOSTIC FEATURE**

The article presents the rationale for the choice of diagnostic parameters for vibration diagnostics of cardan transmissions of earth-moving machines using the example of a motor grader, an equation describing the change in the vibration velocity of the cardan shaft support. An analysis of the influence of the characteristics of a defective cardan drive on the value of the diagnostic characteristic was carried out.

**Keywords:** earthmoving and transport machines, cardan transmissions, vibration diagnostics.

Карданные передачи нашли широкое применение в трансмиссиях землеройно-транспортных машин (ЗТМ). Вызвано это, прежде всего возможностью соединять элементы трансмиссий и другие агрегаты, которые в процессе работы могут менять свое взаимное положение [1].

Главной причиной выходы из строя карданных передач ЗТМ, которые работают в неблагоприятных условиях воздействия окружающей среды с повышенной запыленностью, является абразивный износ шлицевого соединения, что в свою очередь вызывает увеличение вибрации не только элементов трансмиссии, но и всей машины, вследствие разбалансировки валов карданной передачи. Вибрация, вызываемая дефектными карданными передачами, относится к числу вредных факторов, отрицательно влияющая на оператора, управляющего машиной, а также несет в себе информацию о дефектах возбуждающих этот процесс [2, 3, 4].

Для повышения эффективности технической эксплуатации ЗТМ, необходимо проводить вибрационное диагностирование на основе использования более совершенных вибрационных методов оценки технического состояния валов карданных передач.

Из уравнения для определения виброскорости (ф-ла (1)) видно, что мы имеем дело с почти периодическим процессом, образованным суммой трех гармонических процессов. Такие сложные почти периодические процессы наиболее эффективно исследуются с помощью методов обработки случайных сигналов, в частности спектрального анализа. Поэтому в качестве диагностического признака целесообразно принять величину спектральной составляющей частоты вращения вала  $\omega$ , спектра вертикальной составляющей виброскорости опоры вала карданной передачи.

$$\begin{aligned} \dot{z}_1 = & \left[ -\frac{p\omega}{\omega^4 - a\omega^2 + b} \frac{k_2^2 - \omega^2}{k_2^2 - k_1^2} + \frac{k_2^2}{k_2^2 - k_1^2} \nu \right] \cos k_1 t + \\ & + \left[ \frac{p\omega}{\omega^4 - a\omega^2 + b} \frac{k_1^2 - \omega^2}{k_2^2 - k_1^2} - \frac{k_1^2}{k_2^2 - k_1^2} \nu \right] \cos k_2 t + , \\ & + \frac{p\omega}{\omega^4 - a\omega^2 + b} \cos \omega t \end{aligned} \quad (1)$$

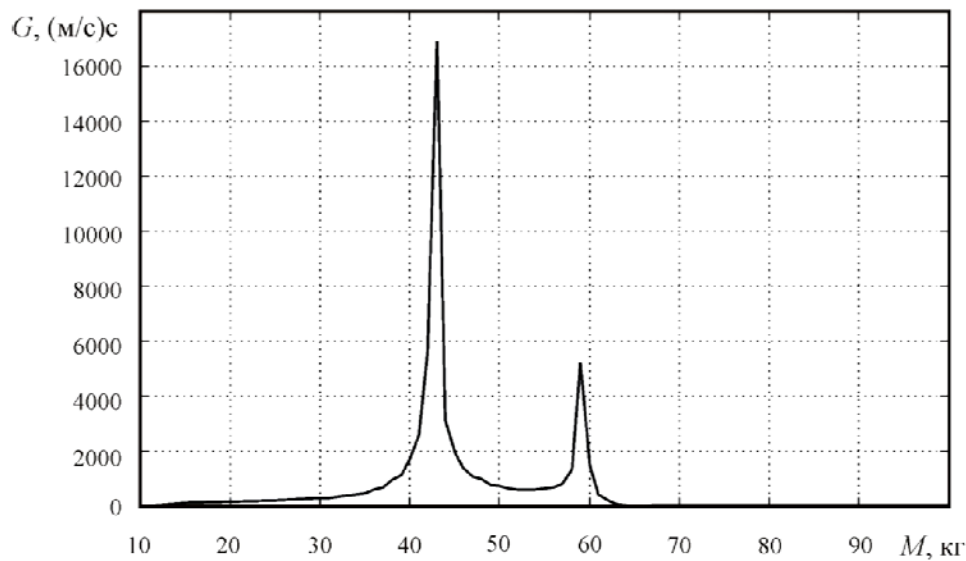
Для выявления особенностей работы дефектных карданных передач необходимо проанализировать влияние их характеристик и режимов работы на величину спектральной составляющей частоты вращения, принятой в качестве диагностического признака при вибродиагностировании.

На величину диагностического признака оказывают влияние следующие характеристики карданной передачи:

- присоединенные массы  $M_1$  и  $M_2$ ;
- жесткость в опорах подшипников  $c_{1z}$  и  $c_{2z}$ ;
- частота вращения  $\omega$ ;
- изгибная жесткость шлицевого соединения  $c$ .

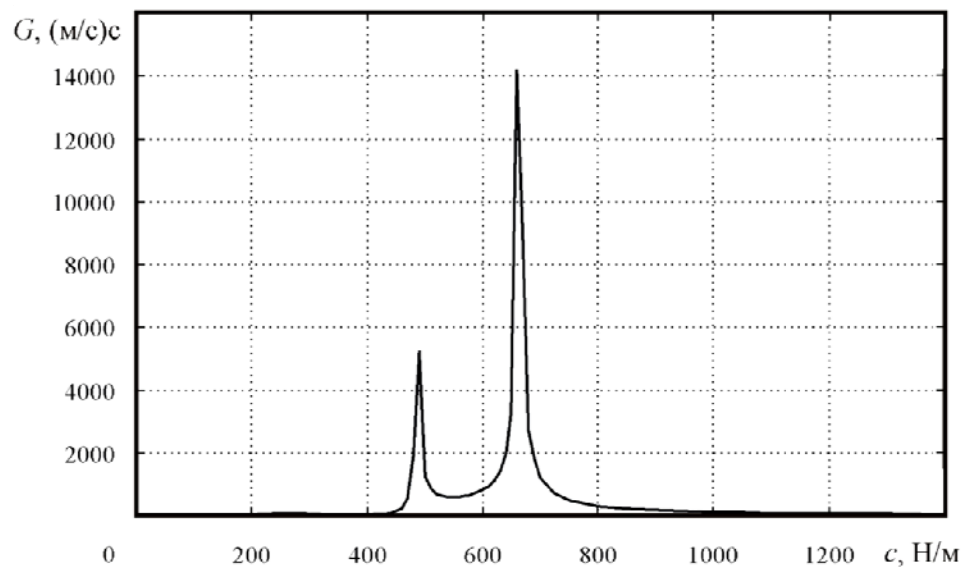
Ниже показаны графические зависимости влияния характеристик дефектной карданной передачи привода переднего моста автогрейдера ДЗ-98ВЗ-2 на значение диагностического признака.

На рисунке 1 показана зависимость значений спектра виброскорости опоры на частоте вращения  $\omega = 327,2$  рад/с вала карданной передачи от величины присоединенных масс  $M_1$  и  $M_2$ .



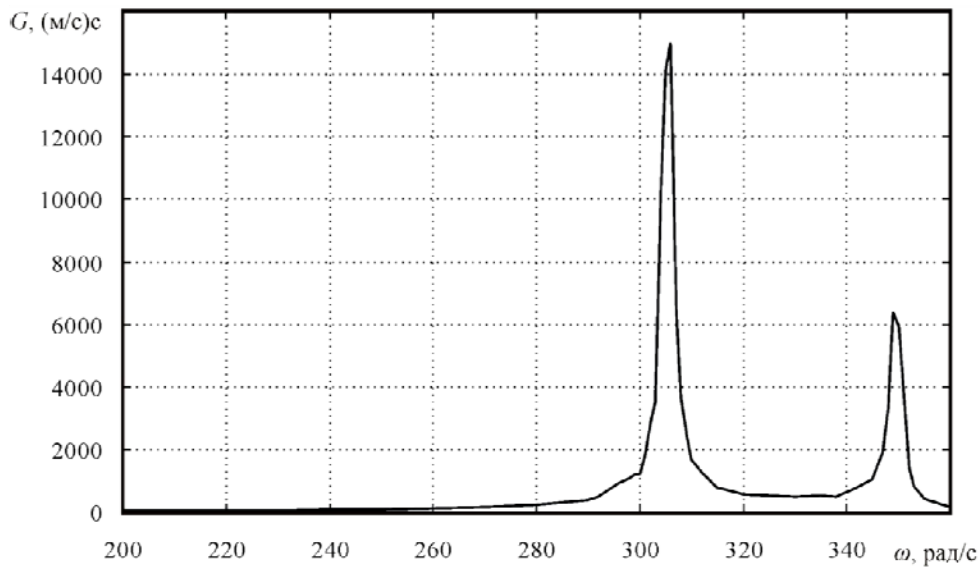
**Рис. 1.** Зависимость значений спектра виброскорости опоры на частоте вращения  $\omega = 327,2$  рад/с вала карданной передачи от присоединенных масс  $M_1$  и  $M_2$

На рисунке 2 показана зависимость значений спектра виброскорости опоры на частоте вращения  $\omega = 327,2$  рад/с вала карданной передачи от величины жесткости опор вала карданной передачи  $c_{1z}$  и  $c_{2z}$ .



**Рис. 2.** Зависимость значений спектра виброскорости опоры на частоте вращения  $\omega = 327,2$  рад/с от жесткости опор вала карданной передачи  $c_{1z}$  и  $c_{2z}$

На рисунке 3 показана зависимость значений спектра виброскорости опоры на частоте вращения при различной частоте вращения вала карданной передачи.

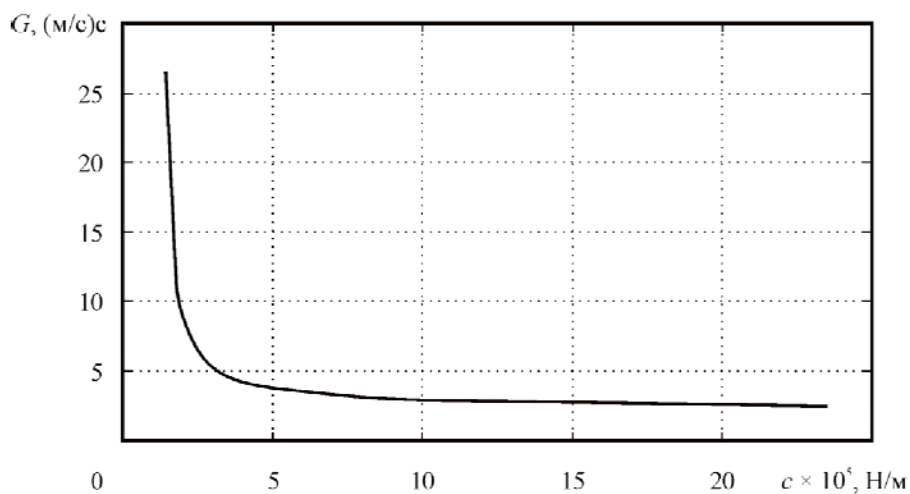


**Рис. 3.** Зависимость значений спектра виброскорости опоры на частоте вращения при различной частоте вращения вала карданной передачи

Как видно из представленных выше графиков, при вариации значений присоединенных масс, жесткости опор и частоты вращения в интервале их реальных, для автогрейдеров, величин в динамической системе карданной передачи присутствуют резонансные зоны – основная и дополнительная. Основной резонанс в соответствии положениями классической теории колебаний роторов соответствует критической частоте вращения карданного вала (критическая скорость первого рода).

Из анализа этих графиков также видно, что в резонансных зонах значения диагностического признака не стабильны, т. к. очень сильно зависят даже от незначительных вариаций характеристик динамической системы карданной передачи. Следовательно, при проведении диагностирования карданной передачи необходимо выбирать режимы ее работы вне резонансных зон.

На рисунке 4 показана зависимость максимальных значений спектральной составляющей оборотной частоты спектров вертикальной составляющей виброскорости опоры вала карданной передачи от изгибной жесткости его шлицевого соединения.



**Рис. 4.** Зависимость значений спектра на частоте вращения  $\omega = 327,2$  рад/с от изгибной жесткости шлицевого соединения вала карданной передачи

Из анализа графика видно, что при снижении изгибной жесткости шлицевого соединения, происходящего вследствие его износа, значение диагностического признака увеличивается по зависимости, близкой к обратно пропорциональной. Это свидетельствует о высокой чувствительности диагностического признака при больших износах шлицев (техническое состояние близкое к предельному) и низкой чувствительности для малых износах шлицев (хорошее техническое состояние).

### Выводы

1. Диагностирование карданной передачи необходимо проводить на не резонансных режимах из-за нестабильности значений диагностического признака в резонансных зонах.

2. Зависимость значения диагностического признака от жесткости шлицевого соединения, уменьшающегося вследствие его износа, является близкой к обратно пропорциональной, что обеспечит высокую чувствительность диагностического признака при техническом состоянии, близком к предельному.

### Библиографический список

1. Российская энциклопедия самоходной техники в 2 т. Т. 2: Справочное и учебное пособие. – М.: Просвещение, 2001. – 358 с.

2. Зорин В.А. Основы работоспособности технических систем / В.А. Зорин. М.: ООО «Магистр-Пресс», 2005. 536 с.

3. Жулай В.А. Динамика дефектных карданных передач строительных и дорожных машин / В.А. Жулай, В.А. Козлов, А.Н. Щиенко // Изв. вузов. Строительство. – 2008. – № 1. – С. 72-78.

4. Щиенко А. Н. Метод оценки технического состояния карданных передач автогрейдеров : дис. канд. техн. наук. – Воронеж: ВГАСУ, 2008. – 153 с.

### References

1. Russian encyclopedia of self-propelled vehicles in 2 volumes. T. 2: Reference and training manual. – M.: Education, 2001. – 358 p.

2. Zorin V.A. Fundamentals of performance of technical systems / V.A. Zorin. M.: Magistr-Press LLC, 2005. 536 p.

3. Zhulay V.A. Dynamics of defective cardan gears of construction and road machines / V.A. Zhulay, V.A. Kozlov, A.N. Shchienko // Izv. universities Construction. – 2008. – No. 1. – P. 72-78.

4. Shchienko A. N. Method for assessing the technical condition of cardan gears of motor graders: dis. Ph.D. tech. Sci. – Voronezh: VGASU, 2008. – 153 p.

УДК 621.898.63 (27)

*Воронежский государственный  
технический университет  
Д-р. техн. наук, проф., зав. кафедрой  
строительной техники и инженерной  
механики В.А. Жулай  
Канд. техн. наук, доцент, декан дорожно-  
транспортного факультета В.Л. Тюнин  
магистрант группы мНТК-221  
Д.Д. Бабкин  
студент группы НТС-201 М.Р. Кулешов  
Россия, г. Воронеж, тел. +7(473) 277-01-29  
e-mail: tminvl@mail.ru*

*Voronezh State  
Technical University  
Dr. Sci. Tech., prof., head of the chair of build-  
ing engineering and engineering mechanics  
Dept V.A. Zhulai  
Cand. of Tech. Science, Associate prof., dean of  
the Faculty of Road Transport V.L. Tyunin  
Master's student of the mNTK-221 group  
D.D. Babkin  
student of the NTS-201 group M.P. Kuleshov  
Russia, Voronezh, tel. +7 (473) 277-01-29  
e-mail: tuninvl@mail.ru*

В.А. Жулай, В.Л. Тюнин, Д.Д. Бабкин, М.Р. Кулешов

### **СПОСОБЫ КОНТРОЛЯ РАСХОДА ТОПЛИВА СТРОИТЕЛЬНОЙ И ДОРОЖНОЙ ТЕХНИКОЙ**

В статье рассмотрен вопрос о вариантах контроля расхода топлива дорожных и строительных машин для снижения издержек при строительстве объектов. Приведены некоторые способы установки датчиков, с последующим мониторингом.

**Ключевые слова:** датчики, расход топлива, мониторинг.

V.A. Zhulai, V.L. Tyunin, D.D. Babkin, M.R. Kuleshov

### **METHODS OF CONTROLING FUEL CONSUMPTION BY CONSTRUCTION AND ROAD EQUIPMRNT**

The article considers the issue of the influence of external loads from the drive on the stress-strain state of the working equipment (boom) of a hydraulic excavator. The results of theoretical studies on the study of the stress-strain state of an excavator boom are presented.

**Keywords:** sensors, fuel consumption, loads, monitoring.

Системы спутниковой навигации играют важную роль в управлении строительной и дорожной техникой. Они позволяют отслеживать местоположение техники, контролировать ее работу и оптимизировать маршруты. Это помогает снизить расход топлива, повысить эффективность работы и улучшить управление парком машин. В современном строительстве расход топлива техникой является одним из основных факторов, влияющих на экономическую эффективность проектов. Экономия топлива может значительно снизить издержки, связанные с эксплуатацией строительной и дорожной техники. Рассмотрим современные методы и технологии, которые позволяют контролировать расход топлива строительной и дорожной техники, а также повысить эффективность ее использования.

Бортовые компьютеры и системы мониторинга являются наиболее распространенным методом контроля расхода топлива в строительной и дорожной технике. Они собирают дан-

ные о работе двигателя, скорости движения, нагрузке и других параметрах, на основе которых вычисляется фактический расход топлива. Некоторые системы также могут прогнозировать расход топлива на основе заранее установленных параметров и условий работы.

Телематические системы и GPS-трекинг используются для определения местоположения техники и мониторинга ее работы. Они позволяют определить, где и когда была использована техника, а также сколько времени она провела в движении или на холостом ходу. На основе этих данных можно оптимизировать маршруты движения техники и снизить расход топлива.

Датчики уровня топлива устанавливаются в топливные баки и позволяют контролировать количество топлива внутри бака. Они могут быть аналоговыми или цифровыми, и передают данные об уровне топлива на бортовой компьютер или систему мониторинга. Это позволяет своевременно заправлять технику и предотвращать перерасход топлива.

Анализ данных, собранных с помощью систем мониторинга и телематики, позволяет определить наиболее эффективные режимы работы двигателя и оборудования, а также выявить возможные причины перерасхода топлива. На основе полученных данных можно разработать рекомендации по оптимизации работы техники и снижению расхода топлива.

Перейдем к рассмотрению непосредственно контроля топлива. На данный момент можно выделить три способа контроля топлива: при помощи штатного датчика через CAN-шину, при помощи проточного датчика расхода топлива и при помощи ёмкостного датчика уровня топлива.

Если автомобиль оснащен штатным датчиком топлива, то информация о его расходе и уровне передается через спутниковую систему мониторинга посредством бортовой компьютерной сети (CAN-шины). Такая сеть присутствует в большинстве современных транспортных средств. Бортовой компьютер получает данные о топливе от датчика, который был установлен в бак изготовителем автомобиля. Обычно это потенциометрический датчик.

Чтобы получить данные с CAN-шины, бортовой терминал системы мониторинга должен поддерживать CAN-интерфейс. Есть три способа подключения CAN-шины к цифровому входу контроллера: прямое подключение, использование бесконтактных считывателей и CAN-LOG. Прямое подключение является самым недорогим, но оно может нарушить контактную сеть машины и привести к потере гарантии. Подключение через бесконтактные считыватели более безопасно и не нарушает целостность проводов. Оптимальный и универсальный способ – это бесконтактное подключение через адаптер CAN-LOG, который позволяет считывать широкий спектр данных о работе большинства транспортных средств с CAN-шиной. Главное преимущество такого подхода - меньшие затраты на установку и обслуживание по сравнению с датчиками расхода топлива (ДРТ) и уровня топлива (ДУТ). Кроме того, через CAN-шину можно получить данные не только о расходе топлива, но и о других параметрах, таких как обороты двигателя и температура. Однако следует учитывать, что штатный датчик уровня топлива может иметь погрешность до 15%, а также существуют “мертвые зоны” в нижней и верхней частях бака, составляющие до 10% от его объема.

ДРТ устанавливается на топливной магистрали и измеряет объем проходящего через него топлива. ДРТ также называют расходомерами. Они бывают однокамерными и дифференциальными, каждый из которых имеет свои особенности. Для понимания работы ДРТ можно представить его в виде счетчика воды в квартире, передающего информацию о расходе непосредственно на бортовой контроллер через интерфейсный выход.

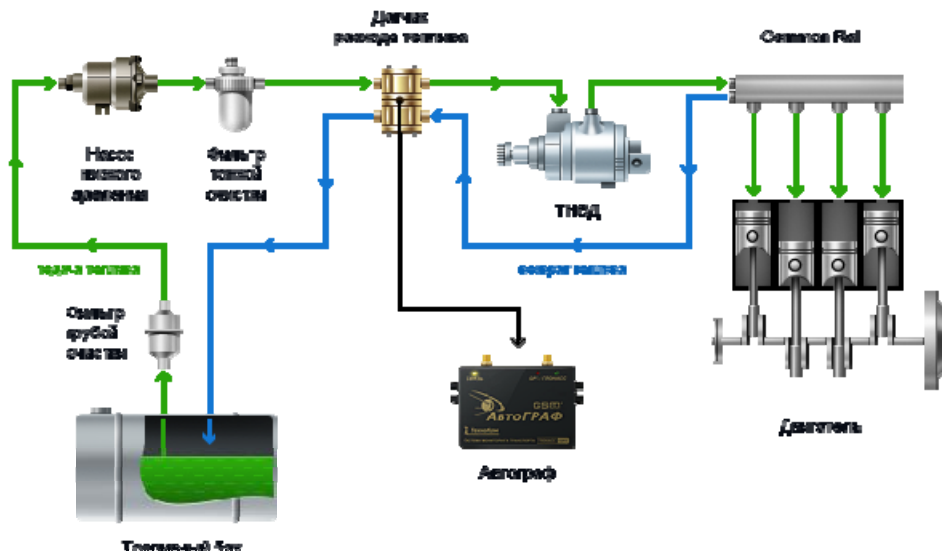


Рис. 1. Схема топливной системы с установленным ДРТ

Основным недостатком является высокая стоимость датчика расхода топлива. Кроме того, установка датчика требует определенных навыков и знаний, а также может потребоваться самостоятельная калибровка. Существуют различные типы датчиков расхода топлива, каждый из которых имеет свою стоимость и особенности установки. Например, однокамерный датчик расхода топлива может быть установлен на «обратку», что требует дополнительных затрат и навыков. Двухкамерный датчик расхода топлива является более универсальным и точным, но также имеет высокую стоимость. Кроме того, при установке датчика на «обратку» могут возникнуть проблемы с подогревом топлива в зимнее время, что может привести к проблемам с запуском двигателя.

Датчик уровня топлива (ДУТ) измеряет количество топлива в баке транспортного средства и изменения этого количества (пополнение и слив). ДУТ подключается к бортовому компьютеру через цифровой или аналоговый выход. Для более точного измерения может потребоваться установка нескольких датчиков в зависимости от формы и размера бака.

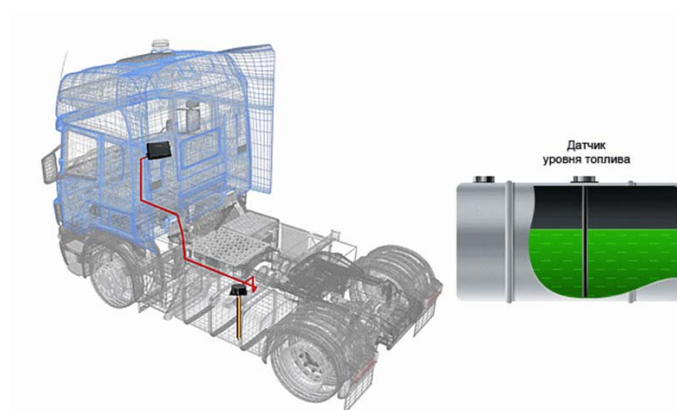


Рис. 2. Схема установки датчика уровня топлива на грузовой автомобиль

Качественный и правильно установленный ДУТ (рис. 2) имеет погрешность в пределах 1...3%, однако она может увеличиваться под воздействием внешних факторов, таких как изменение типа топлива. Точность показаний ДУТ также зависит от правильности тарировки топливного бака, поэтому для установки ДУТ необходимо обратиться к профессиональным установщикам.

Как показывает практика применение оборудования для контроля расхода топлива на транспортных средствах в год экономит около 10 % топлива. Срок окупаемости составляет от 3 месяцев, в зависимости от количества оборудованных транспортных средств.

### Вывод

Контроль расхода топлива строительной и дорожной техники является важным инструментом для снижения издержек при эксплуатации строительных объектов. Современные технологии и методы позволяют собирать данные о работе техники, определять ее местоположение и оптимизировать режимы работы, что в совокупности позволяет значительно снизить расход топлива и повысить экономическую эффективность строительных проектов.

### Библиографический список

1. Паничкин А.В. Системы мониторинга для строительной техники ГЛОНАСС / А.В. Паничкин, М.Ю. Чукалов, И.В. Паничкина IV. Материалы 4-ой Всероссийской научно-практической конференции «ГЛОНАСС-регионам» 20-21 мая 2014 г., Орёл, Приокский государственный университет. С. 64-67.
2. Третьякова И.Н. Оценка возможностей внедрения системы мониторинга дорожно-строительной техники / И.Н. Третьякова, Д.Н. Желнова. Материалы XI Всероссийской научно-практической конференции с международным участием «Россия молодая» 16-19 апреля 2019 г., Кемерово, Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачёва. С. 80359.1- 80359.6.
3. Нилов В.А., Жулай В.А., Тюнин В.Л., Федоров Е.В. Совершенствование конструкции привода ковша гидравлического экскаватора / Строительные и дорожные машины. 2022. № 4. С. 3-6.
4. Нилов В.А., Жулай В.А., Тюнин В.Л., Федоров Е.В. Улучшение силового воздействия рабочего оборудования гидравлического экскаватора на забой / Строительные и дорожные машины. 2022. № 5. С. 19-22.
5. <https://2tcontrol.ru/how-you-can-control-fuel>.

### References

1. Nilov V.A., Fedorov E.V., Kuleshov M.R., Nyrkov V.A. Investigation of the stress-strain state of the metal structure of the handle of a hydraulic excavator // Scientific and technical journal "High technologies in the construction complex". 2022, No. 2. pp. 91-95.
2. Nyrkov V.A. and Kuleshov M.R. "The influence of the design of the bucket rotation mechanism on the VAT of the metal structure of the handle of a hydraulic excavator" // Lifting and transport, construction, road, track machines and reclamation machines and robotic complexes. Collection of reports of the 27th Moscow International Interuniversity Scientific and Technical Conference of Students, Undergraduates, Postgraduates and Young Scientists dedicated to the 95th anniversary of the training of mechanical engineers of MISI-MGSU (Moscow, April 26-27, 2023) pp. 185-189.
3. Nilov V.A., Zhulai V.A., Tyunin V.L., Fedorov E.V. Improving the bucket drive design of a hydraulic excavator / Construction and Road Machines. 2022. No. 4. pp. 3-6.
4. Nilov V.A., Zhulai V.A., Tyunin V.L., Fedorov E.V. Improvement of the force effect of the working equipment of a hydraulic excavator on the face / Construction and Road Machines. 2022. No. 5. pp. 19-22.
5. <https://2tcontrol.ru/how-you-can-control-fuel>.

УДК 691.878

*Воронежский государственный  
технический университет*

*Канд. техн. наук, доц. кафедры строительной  
техники и инженерной механики*

*С.А. Никитин*

*Магистранты кафедры строительной тех-  
ники и инженерной механики им. профессора  
Н.А. Ульянова Н.А. Даньшин, Д.Н. Немцев,  
А.В. Звездун*

*Россия, г. Воронеж, тел. +7(473) 2-77-01-29  
e-mail: niksals76@mail.ru*

*Voronezh State Technical University*

*D.Sc.(Engineerin), Associate prof. of the chair  
construction machinery and engineering me-  
chanics of a name of professor N.A. Ulyanov*

*S.A. Nikitin*

*Undergraduates of the pulpit of the chair of  
building technique and mechanics engineering  
named after Professor N.A. Ul'yanova*

*N.A. Danshin, D.N. Nemtsev, A.V. Zvezdun  
Russia, Voronezh, tel. +7(473) 2-77-01-29  
e-mail: niksals76@mail.ru*

С.А. Никитин, Н.А. Даньшин, Д.Н. Немцев, А.В. Звездун

### **ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА КОНЕЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ПРИ АНАЛИЗЕ БЫСТРОПЕРЕМЕННЫХ ПРОЦЕССОВ**

Рассматриваются вопросы применения метода конечных элементов при анализе быстропеременных процессов в рамках защиты операторов технологических машин.

**Ключевые слова:** метод конечных элементов, защита от шума, виброзащита

S.A. Nikitin, N.A. Danshin, D.N. Nemtsev, A.V. Zvezdun

### **APPLICATION OF THE FINITE ELEMENT METHOD IN THE ANALYSIS OF FAST-CHANGING PROCESSES**

The application of the finite element method in the analysis of fast-changing processes within the framework of the protection of operators of technological machines is considered.

**Keywords:** finite element method, noise protection, vibration protection.

Важнейшее свойство физического уравнения – его способности предопределять значение некоторой неизвестной величины, но, к сожалению, не все уравнения физики настолько просты. Часто мы сталкиваемся с ситуациями, когда уравнение известно, но у него нет прямого способа решения. Метод конечных элементов один из инструментов решения данной проблемы. Инженер, проектирующий любую конструкцию, должен знать, как предполагаемая конструкция будет вести себя под нагрузкой. Уравнения, описывающие распределение напряжений, известны, но их невозможно решить напрямую из-за сложной формы конструкции исследуемого объекта. Однако уравнения могут быть решены для очень простых форм, таких как стержни, треугольники или прямоугольники, а также – более сложные объемные фигуры.

Метод конечных элементов использует замену одной сложную формы близкой по структуре сетью простых элементов, а получившаяся мозаика называется сеткой конечных элементов и этот узор будет уникальным для каждой новой задачи. Начальным шагом является создание сетки, и сперва нужно решить, какие типы элементов будут использоваться при разбиении исследуемого объекта на конечные элементы: одномерные стержневые элементы, двумерные треугольники, четырехугольники, трехмерные тетраэдры и др.

Все объёмные блоки состоят из различных типов элементов, а точность расчёта будет зависеть от количества элементов из которых состоит сетка: чем больше элементов, тем меньше будет размер каждого, и тем точнее будут результаты. Но не стоит забывать, что чем больше элементов, тем больше вычислений предстоит выполнить. Поэтому необходимо выбрать ровно столько элементов, чтобы обеспечить достаточную точность в при минимуме затрат машинного времени.

Например, для расчёта прочностных показателей моста можно использовать элементы, описываемые восемью точками, которые называются узлами. В целом предполагается, что каждый узел может двигаться как по горизонтали, так и по вертикали. Исключением будут нескорые точки вокруг внешнего края, которые будут считаться неподвижными – эти граничные условия должны присутствовать для завершения описания физической задачи чтобы решение было бы однозначно определенным. Наконец, мы должны назначить упругие характеристики материала и и какую нагрузку мы хотим приложить

Математическое описание направлено на получение уравнения описывающего всю систему – все начинается с базового соотношения, описывающего смещение любого узла как функцию координат узла  $X$  и  $Y$ . Для каждого узла составляется уравнение, описывающее смещение узла как функцию его координат. Для удобства расчёта данные уравнения представляем в матричной форме. Эта матрица будет отправной точкой для серии шагов, основанных на фундаментальных законах механики. Первый шаг связывает деформации с напряжениями, а из напряжений мы получаем энергию деформирования. В свою очередь из энергии деформирования мы определяем потенциальную энергию и, наконец, из минимума потенциальной энергии мы получаем системы уравнений для всего элемента.

Эта новая матрица называется матрицей жесткости элемента. Вместо одиночного перемещения по оси абсцисс  $X$ . Матрица оперирует вектором вдоль оси  $X$ , компонентами которого являются перемещения всего элемента. Выполняя эти действия для каждого элемента в сетке, получаем матрицу жесткости для каждого из них. Аналогично выполняем и для оси  $Y$ .

Следующим важным шагом является объединение всех отдельных матриц в одну большую матрицу, описывающую жесткость всей системы. Теперь любые два соседних элемента будут иметь общие узлы, соответственно значения в общих узлах будут одинаковы в обеих матрицах, а поэтому матрицы можно объединить с помощью простой техники слияния. На практике процесс решения общей системы уравнений выполняется одновременно с объединением матриц, это процесс известен как сокращение.

Таким образом мы используем стандартную процедуру для исключения частей матрицы: строки матрицы представляют собой набор одновременных уравнений. Решив первое уравнение подставляем его ответ в следующее и повторяем до тех пор пока не будем готовы добавить матрицу следующего элемента. Наконец, когда будет добавлена последняя матрица, у нас останется решение для единственного узла, которое можно использовать как ключ для решения систем уравнений в обратном направлении до тех пор пока не получим перемещения каждого узла. Зная перемещения, можем быстро вычислить соответствующие им напряжения.

В инженерной практике часто возникает необходимость выполнения динамических расчётов конструкций и сооружений с учетом их взаимодействия с окружающей средой, например, с грунтовым основанием, с жидкостями или воздухом. Выполнение таких расчётов позволяет решать следующие задачи:

– оценка уровня колебаний зданий и сооружений, находящихся вблизи мощных источников возмущений в среде, таких как взрывные работы, ударно-вибрационное технологическое оборудование (кузнечные молоты, прессы, вибраторы), работы по забивке свай, поток проходящего рядом автотранспорта;

– определение степени виброакустического воздействия на организм человека, находящегося в зоне перечисленных источников возмущения, с учетом влияния элементов окружающей его конструкции (стен и перекрытий зданий, защитных экранов и т.п.);

– исследование волновых процессов в элементах несущих конструкций от специальных ударных воздействий, производимых с целью обнаружения скрытых неоднородностей (арматурных стержней, пустотных полостей, трещин и т.д.) и т.п.;

– моделирование сейсмического воздействия неоднородного грунтового основания на сооружения и коммуникации.

Метод конечных элементов является аналитической процедурой, интенсивная разработка которой велась в течение сравнительно короткого промежутка времени. Ключевая идея метода при анализе поведения конструкций заключается в следующем: сплошная среда (конструкция в целом) моделируется путем разбиения ее на области (конечные элементы), в каждой из которых поведение среды, описывается с помощью отдельного набора выбранных функций, представляющих напряжения и перемещения в указанной области. Эти наборы функций часто задаются в такой форме, чтобы удовлетворять условиям непрерывности описываемых ими характеристик во всей среде. Таким образом, если конструкция в целом неоднородна и состоит из большого количества отдельных конструктивных элементов, поведение каждого из которых описывается своим дифференциальным уравнением, то в этом случае, как правило, можно применить метод конечных элементов [1, 5].

В основе метода конечных элементов лежит вариационный интегральный принцип Лагранжа. Суть принципа Лагранжа заключается в утверждении, что в системах, стесненных идеальными стационарными внутренними связями и находящимися под действием потенциальных сил, не зависящих явно от времени, из множества кинематически допустимых перемещений, соответствующих заданным условиям, те, которые удовлетворяют условиям равновесия, придают потенциальной энергии системы стационарное значение. Если начальное и конечное положение системы достаточно близки, то действие по Лагранжу имеет минимум для действительного движения. В связи с этим принцип Лагранжа называется также принципом наименьшего действия в форме Лагранжа, то есть одним из фундаментальных принципов механики. Согласно принципу Лагранжа, в состоянии устойчивого равновесия значение потенциальной энергии системы минимально. Из вариационного принципа Лагранжа следует, что в состоянии равновесия системы каждый из ее элементов также находится в равновесии, которое соответствует равновесному состоянию всей системы. Принцип Лагранжа устанавливает также пропорциональную связь между силами и перемещениями элементов системы. Как видно, из достаточно специализированного описания сущности принципа Лагранжа следуют простые, практически используемые положения.

Расчитываемая система расчленяется на некоторое число отдельных элементов конечных размеров, неразрывно связанных между собой в узловых точках, для которых должен быть известен характер соотношения между перемещениями и реакциями в узлах. Таким образом, генерируется сетка из конечных элементов простой геометрической формы, которая с достаточной степенью точности аппроксимирует конкретную конструкцию.

Исследования быстропеременных процессов при помощи метода конечных элементов проводились на примере дорожного шнекороторного снегоочистителя ДЭ-210, общий вид которой представлен на рис.1. Выбор машины обуславливался повышенным уровнем шума в кабине оператора – 83 дБА [3].

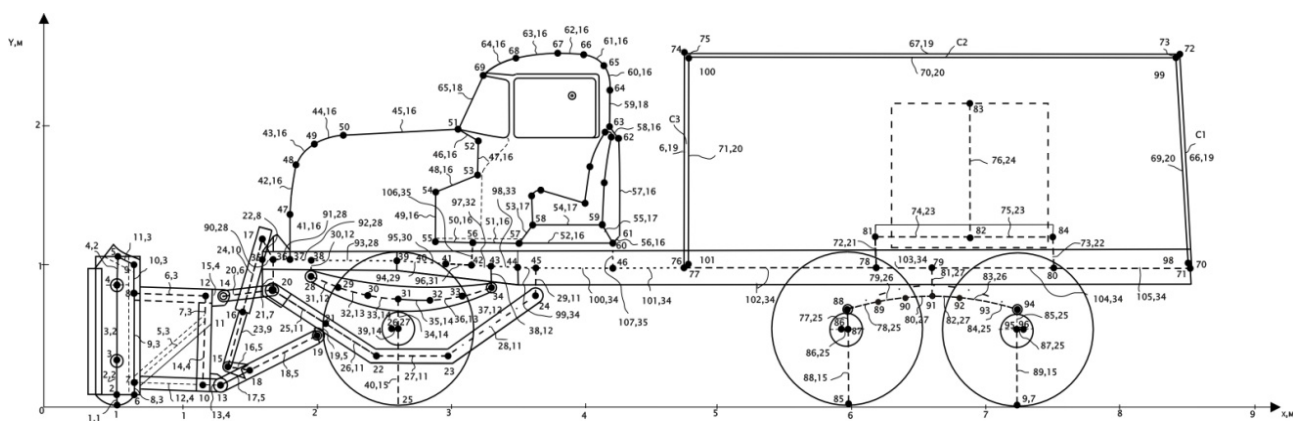
Так, например, для выполнения таких расчетов может быть использована программа ZVUK на основе метода конечных элементов в рамках плоской динамической задачи. Данная программа позволяет учитывать внешние кинематические воздействия, которые задаются в виде силовых и кинематических возмущений периодического или одиночного характера

(для определения структурного шума), или в виде акустических источников звука (для определения воздушного шума).

Упругая среда представляется в виде прямоугольной расчетной области (РО) с заданием различных граничных условий на каждой стороне: свободный край, упругое или жесткое закрепление на локальных участках, демпфирующие связи, гасящие отраженные волны. Эффект гашения отраженных волн позволяет на ограниченной РО моделировать расчетную схему с бесконечно удаленными границами.

Упругая среда топологической схемы представляется в виде прямоугольной расчетной области с заданием различных граничных условий на каждой стороне: свободный край, упругое или жесткое закрепление на локальных участках, демпфирующие связи, гасящие отраженные волны [4].

Стержневая рамная конструкция, представленная на рис. 1, топологически описывается отдельной системой макроузлов и макроэлементов, которые затем автоматически разбиваются программой на стержневые конечные элементы, причем их длина согласуется с размером конечного элемента среды.



**Рис. 1.** Топологическая схема дорожной снегоочистительной машины ДЭ-210 при аппроксимации ее конечными элементами

Использование данного программного комплекса позволяет проводить исследования по защите от шума и вибрации оператора машины, что значительно удешевляет мероприятия по снижению виброакустических параметров технологической машины.

Полученные напряжения могут быть представлены в виде контурной диаграммы, на которой области наибольшего сжатия показаны красным, а наибольшего растяжения — темно-синим.

Следует отметить, что требуемый результат демонстрируемый результат обеспечивается выполнением огромного количества отдельных расчетов и по этому может быть выполнен только на компьютере. Кроме того, расчеты обычно включают в себя такие большие матрицы что нужен мощный компьютер с большим объемом памяти. Большое преимущество компьютера заключается в том что закончив расчет для нагрузки в одной точке очень просто повторить его для другой точки. И если мы будем продолжать повторять процесс последовательно для разных точек, то мы сможем создать непрерывную анимацию показывающую поведение конструкции под действием подвижной нагрузки.

Фрагмент анимации быстропеременных процессов представлен на рис. 2.

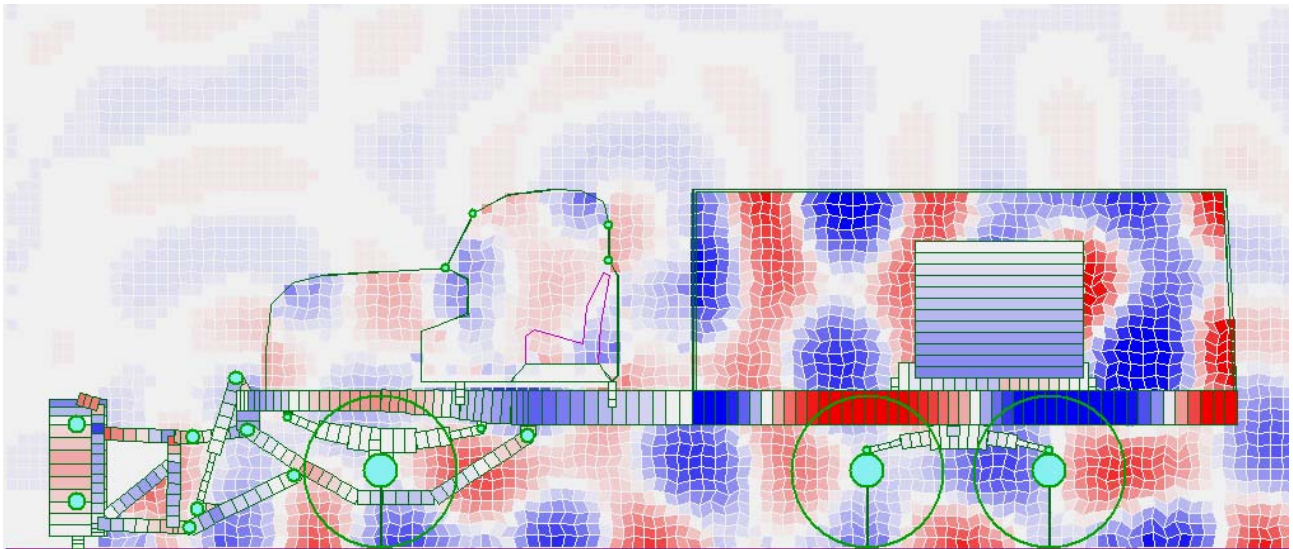


Рис. 2. Фрагмент анимации виброакустического процесса

Большим преимуществом метода конечных элементов является способность работать с произвольной формой, что позволяет преодолеть многие ограничения старых численных методов и придает гибкость, сравнимую с использованием масштабных макетов, но без их ограничений. Например, можно легко проверить подходит ли материал, указав различные его свойства в качестве запрограммированных данных, заменить материал из которого сделан макет – трудно. На компьютере можно создать модели в натуральную величину, тогда как макет может быть только определенного масштаба.

Инженерные изыскания сегодня становятся все более сложными и возможны только благодаря мощным компьютерам, помогающим решить сложные системы уравнений, описывающие сложное физическое состояние. С помощью современных компьютеров, и программных комплексов, использующих конечные элементы, можно обработать большое количество сложных случаев и найти оптимальное решение. Метод конечных элементов может быть применен к самому широкому спектру инженерных задач. Без сомнений, можно сказать, что он является лидером в области современных методов инженерных расчетов.

### Выводы

1. Задача защиты операторов технологических машин от воздействия повышенных уровней шума и вибрации является сложной и решается комплексным подходом в рамках лабораторных и полевых исследованиях.
2. Метод конечных элементов может быть применен к самому широкому спектру инженерных задач, в том числе для быстропеременных процессов.
3. Разработанная математическая модель и программный комплекс «ZVUK» позволяют проводить численные исследования быстропеременных процессов без изменения в физическом образце.

### Библиографический список

1. Устинов Ю.Ф., Волков Н.М., Дегтев Д.Н., Дуплищев С.М., Кравченко А.А., Никитин С.А., Покачалов А.С. Методология прогнозирования виброакустических параметров тяговых машин. Известия высших учебных заведений. Строительство. 2003. № 9. С. 121-124.

2. Волков Н.М., Дёгтев Д.Н., Никитин С.А., Труфанов М.С., Радченко И.С. Экспериментальные результаты акустических испытаний колесного погрузчика ПК 27-02./Научный вестник Воронежского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Высокие технологии. Экология. 2013. № 1. С. 125-127.

3. Устинов Ю.Ф., Волков Н.М., Дегтев Д.Н., Никитин С.А. Сравнение результатов виброакустических исследований на дорожной шнекороторной снегоочистительной машине типа ДЭ-210./ Научный вестник Воронежского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Высокие технологии. Экология. 2010. № 1. С. 223-225.

4. Никитин С.А., Волков Н.М., Дегтев Д.Н., Воропаев В.О., Воронов А.С. Численные исследования быстропеременных виброакустических процессов при помощи метода конечных элементов. Научный вестник Воронежского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Высокие технологии. Экология. 2013. № 1. С. 154-159.

5. В.П. Воищев, И.Г. Корнилов, А.А. Мартынов, К.С. Лещенко, Д.Д. Толстов. Актуальные вопросы защиты от шума и вибрации операторов строительных и дорожных машин. Научно-технический журнал Воронежского государственного технического университета. Серия: Высокие технологии в строительном комплексе. 2021. № 1. С. 51-57.

#### References

1. Ustinov Y. F., N.M. Volkov, Degtev D.N, Duplishev S.M, A.A. Kravchenko, S.A. Nikitin, A.S. Pokachalov. Methodology for predicting vibro-acoustic parameters of traction machines. News of higher educational institutions. Construction. 2003. Number 9. S. 121-124.

2. Volkov N.M., Degtev D.N., Nikitin S.A., Trufanov M.S., Radchenko I.S. Experimental results of acoustic tests of wheel loader PC 27-02 / Scientific Newsletter Of the Voronezh State University of Architecture and Civil Engineering High-tech solutions. Ecology. 2013. № 1. P. 125-127.

3. Ustinov Y.F., Nikitin S.A., Volkov N.M., Degtev D.N. Comparison of vibroacoustic research results in screw-rotary snow remover, model DE-210./Scientific Newsletter Of the Voronezh State University of Architecture and Civil Engineering High-tech solutions. Ecology. 2010. № 1. P. 223-225.

4. S.A. Nikitin, N.M. Volkov, D.N. Degtev, V.O. Voropaev, A.S. Voronov. Numerical research of a rapidly varying vibroacoustic processes using the finite element method. Scientific Herald of the Voronezh State University of Architecture and Construction. Series: High Technologies. Ecology. 2013. pp. 154-159.

5. V.P. Voishchev, I.G. Kornilov, A.A. Martynov, K.S. Leshchenko, D.D. Tolstov. Topical issues in protection against noise and vibration of construction and road machine operators. Scientific and Technical Journal of Voronezh State Technical University. Series: High technologies in the construction complex.. 2021. pp. 51-57.

УДК 621.878.62 (27)

*Воронежский государственный технический университет  
д-р. техн. наук, проф. кафедры строительной техники и инженерной механики  
В.А. Нилов  
студенты группы НТС-201 Д.С. Песоцкий,  
Н.С. Кондауров  
Россия, г.Воронеж, тел. +7(473) 277-01-29  
e-mail: vladnil1024@mail.ru*

*Voronezh State  
Technical University  
Dr. Sci. Tech., prof., building engineering and  
engineering mechanics Dept  
V.A. Nilov  
students of the NTS-201 group D.S. Pesotsky,  
N.S. Kondaurov  
Russia, Voronezh, tel. +7 (473) 277-01-29  
e-mail: vladnil1024@mail.ru*

В.А. Нилов, Д.С. Песоцкий, Н.С. Кондауров

### **ИССЛЕДОВАНИЕ НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ МЕТАЛЛОКОНСТРУКЦИИ РУКОЯТИ ГИДРАВЛИЧЕСКОГО ЭКСКАВАТОРА-ПОГРУЗЧИКА**

В статье рассмотрен вопрос о необходимости создания современной дорожно-строительной техники на базе гидравлического экскаватора. Приведены результаты разработки и исследования усовершенствованной конструкции рабочего оборудования погрузчика на базе экскаватора ЭО-3322, показавших существенные технические преимущества нового рабочего оборудования погрузчика.

**Ключевые слова:** рабочее оборудование, продольная устойчивость, уменьшение металлоемкости.

V.A. Nilov, D.S. Pesotsky, N.S. Kondaurov

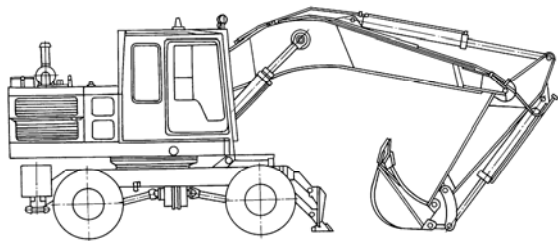
### **RESEARCH OF THE STRESS-STRAIN STATE OF THE METAL STRUCTURE OF THE HYDRAULIC BACKHOE LOADER HANDLE**

The article discusses the need to create modern road construction equipment based on a hydraulic excavator. The results of the development and research of an improved design of the working equipment of a loader based on the EO-3322 excavator are presented, which showed significant technical advantages of the new working equipment of the loader.

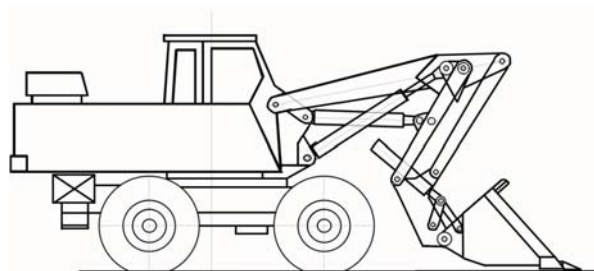
**Keywords:** working equipment, longitudinal stability, reduction of metal consumption.

Гидравлический экскаватор является современной землеройной машиной, предназначенной для разработки грунта и его погрузки в транспортные средства или отвал. Для расширения области применения гидравлический экскаватор оснащают несколькими видами сменного рабочего оборудования, в частности оборудованием погрузчика [1].

Одним из видов сменного рабочего оборудования гидравлического экскаватора является оборудование погрузчика, которое предназначено для погрузки в транспортные средства различных сыпучих материалов (рис.1, 2).



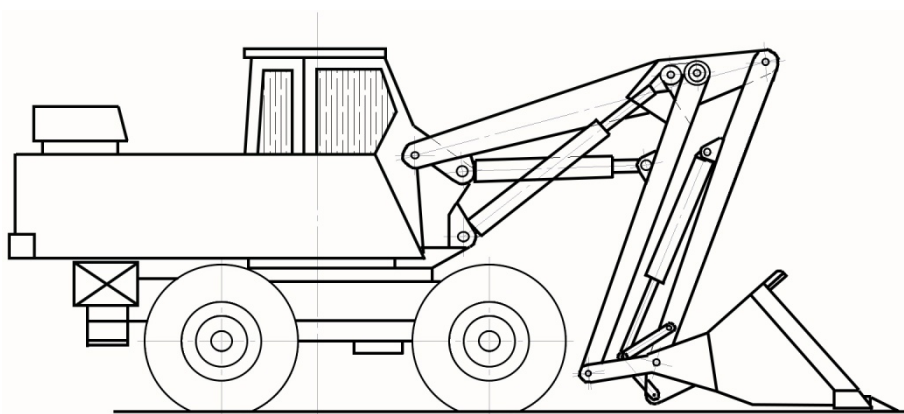
**Рис. 1.** Экскаватор ЭО-3322 с рабочим оборудованием обратная лопата



**Рис. 2.** Экскаватор ЭО-3322 с рабочим оборудованием погрузчика

Изучение конструкции рабочего оборудования погрузчика (рис.2) показало, что в нем имеется «лишнее» звено для размещения привода поворота ковша. Изучение патентных разработок выявило конструкцию, у которой привод ковша установлен непосредственно на его подвеске к стреле [2]. Такая конструкция направлена на упрощение подвески ковша, уменьшение массы рабочего оборудования, а также на увеличение хода с плоскопараллельным движением ковша. Это достигается тем, что ковш одним шарниром соединен непосредственно с рукоятью, а вторым шарниром ковш соединен с приводом, размещенным на рукояти.

Такое рабочее оборудование экскаватора-погрузчика (рис.3) упрощает конструкцию машины (нет лишней громоздкой подвески, к которой в серийной конструкции крепился ковш), уменьшает массу рабочего оборудования и позволяет удлинить рукоять и тяги параллелограмма. Все это обеспечивает увеличение полезной вместимости ковша и увеличение (на 28 %) хода ковша с плоскопараллельным движением (за счет удлинения рукояти и тяг).



**Рис. 3.** Экскаватор ЭО-3322 с модернизированным рабочим оборудованием погрузчика

Увеличение параметров рабочего оборудования вызвало необходимость проверки его продольной устойчивости. Такая работа была выполнена с применением выносных опор. Установлено, что применение выносных опор (рис.4) даёт внушительный прирост к устойчивости экскаватора. Коэффициент устойчивости всё ещё превышает рекомендуемую в литературе величину почти в 3 раза.

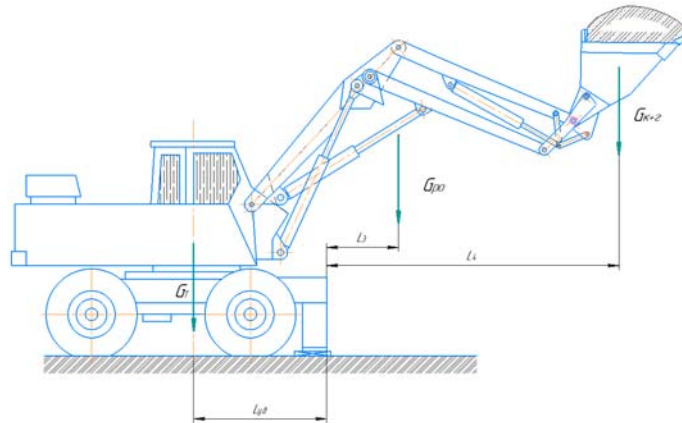


Рис. 4. Продольная устойчивость погрузчика

Размещение привода ковша на балке его подвески к стреле вызвало необходимость проверки напряженно-деформированного состояния (НДС) самой балки. Исследование НДС балки рабочего оборудования показало, что суммарные напряжения металлоконструкции рукояти экскаватора-планировщика в расчетном положении не превышают допустимых, суммарные перемещения у оголовка рукояти невысокие и, что прочности металлоконструкции балки из малолегированной стали марки 10ХСНД с толщиной листа 8 мм вполне достаточно для надежной работы экскаватора-погрузчика.

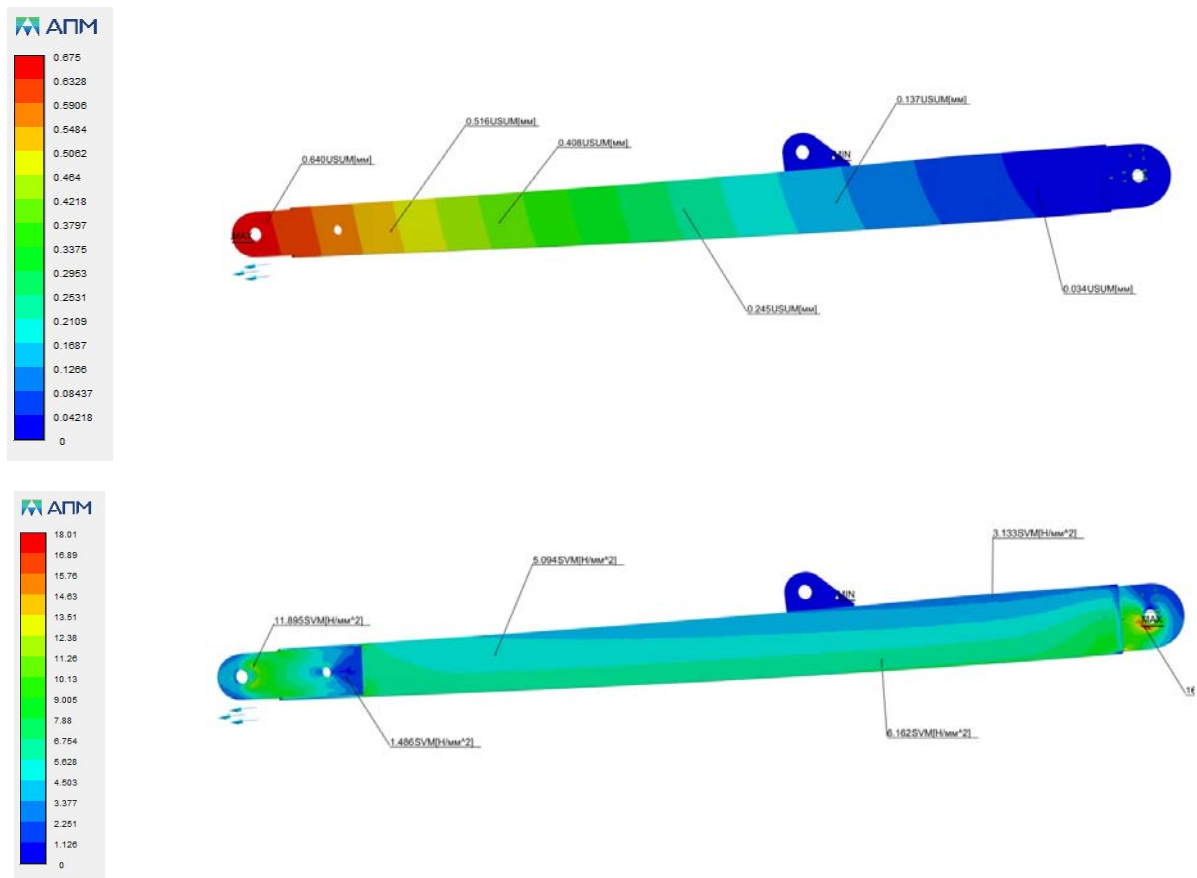


Рис. 5. Исследование НДС балки рабочего оборудования

Новая конструкция рабочего оборудования имеет ряд преимуществ в сравнении со старым оборудованием: увеличение хода рабочего оборудования, а, соответственно, увеличение производительности за счет уменьшения количества перемещений в забое; упрощение конструкции, а значит и уменьшение стоимости рабочего оборудования; а также уменьшение металлоёмкости элементов подвески ковша, что положительно сказывается на технико-экономических показателях работы экскаватора-погрузчика.

#### Вывод

Выполненные исследования служат обоснованием для проектирования нового рабочего оборудования погрузчика для гидравлического экскаватора.

#### Библиографический список

1. Машины для земляных работ: Учебник для студентов вузов по специальности «Подъемно-транспортные, строительные, дорожные машины и оборудование / Д.П. Волков, В.Я. Крикун, П.Е. Тотолин и др.; Под общ. ред. Д.П. Волкова. – М.: Машиностроение, 1992 – 448 С.
2. Пат. 2797760 Российская Федерация, МПК E02F 3/28. Рабочее оборудование экскаватора-экскаватора / В.А. Нилов, В.А. Жулай, Е.В. Федоров; заявитель и патентообладатель Воронежский государственный технический университет. № 2022124802; заявл. 20.09.2022; опубл. 08.06.2023, Бюл. № 16.

#### References

1. Machines for earthworks: A textbook for university students specializing in Lifting, transport, construction, road machinery and equipment / D.P. Volkov, V.Ya. Krikun, P.E. Totolin, etc.; Under the general editorship of D.P. Volkov. - M.: Mechanical Engineering, 1992 – 448 p.
2. Pat. 2797760 Russian Federation, IPC E02F 3/28. Working equipment of an excavator / V.A. Nilov, V.A. Zhulai, E.V. Fedorov; applicant and patent holder Voronezh State Technical University. No. 2022124802; application 20.09.2022; publ. 08.06.2023, Issue No. 16.

УДК 621.878.62 (27)

*Воронежский государственный  
технический университет  
Д-р. техн. наук, проф. кафедры строительной  
техники и инженерной механики им. профес-  
сора Н.А. Ульянова  
В.А. Нилов  
Канд. техн. наук, доцент  
Е.В. Федоров  
Студент дорожно-транспортного факультета  
группы мНТК-221  
А.И. Мальцев  
Россия, г. Воронеж, тел. +7(473) 277-01-29  
e-mail: vladnil1024@mail.ru*

*Voronezh State  
Technical University  
Dr. Sci. Tech., prof., prof. of the chair of con-  
struction machinery and engineering mechan-  
ics of a name of prof. N.A. Ulyanov  
V.A. Nilov  
cand. tech. sciences, associate professor  
E.V. Fedorov  
Students of the road and transport faculty of  
the mNTK-221 group  
A.I. Maltsev  
Russia, Voronezh, tel. +7(473) 277-01-29  
e-mail: vladnil1024@mail.ru*

В.А. Нилов, Е.В. Федоров, А.И. Мальцев

## **ОБОСНОВАНИЕ ПРИМЕНЕНИЯ НОЖЕВОЙ СИСТЕМЫ СКРЕПЕРА КОСОГО РЕЗАНИЯ**

В статье рассмотрен вопрос об обосновании целесообразности применения ножевой системы косого резания для скрепера. Приведены результаты теоретических и испытаний опытного образца, показавших техническую возможность и обоснованность применения такой ножевой системы для прицепных и самоходных скреперов.

**Ключевые слова:** ковш скрепера, косое резание, испытания, ножевая система.

V.A. Nilov, E.V. Fedorov, A.I. Maltsev

## **RATIONALE FOR THE USE OF THE SCRAPER KNIFE SYSTEM OBLIQUE CUTTING**

The article discusses the issue of justifying the feasibility of using an oblique cutting knife system for a scraper. The results of theoretical and prototype tests are presented, which showed the technical feasibility and validity of using such a knife system for trailed and self-propelled scrapers.

**Keywords:** scraper bucket, bevel cutting, testing, knife system.

Скрепер является землеройно-транспортной машиной, предназначенной для послойной разработки, транспортирования, разравнивания и предварительного уплотнения грунта [1].

Ножевые системы скреперов предназначены для послойного срезания грунта и подачи грунтовой массы в ковш скрепера. В процессе разгрузки ножевая система обеспечивает равномерное распределение разрыхленного грунта в отвале слоем заданной толщины. Наибольшие нагрузки ножевая система скрепера испытывает при наборе грунта, особенно плотного и прочного.

Опыт эксплуатации и проектирования скреперов показывает, что ножевые системы скреперов должны в максимальной степени отвечать следующим основным требованиям:

- эффективно разрушать (отделять от массива) грунт, иметь низкое сопротивление резанию;
- обеспечивать возможно большую толщину срезаемой стружки в заключительной стадии заполнения ковша;
- распределять грунт по возможности равномерно как в заднюю, так и в переднюю части ковша;
- обладать высокой жесткостью и прочностью;
- иметь простую и надежную конструкцию.

В настоящее время наибольшее распространение имеет ступенчатая ножевая система со средними выступающими ножами, имеющая постоянный угол резания  $\alpha \approx 30^\circ \dots 35^\circ$ , (рис.1). Такая ножевая система имеет наиболее простую и надежную конструкцию, обеспечивает достаточно хорошие планирующие качества, обладает высокой жесткостью и прочностью.

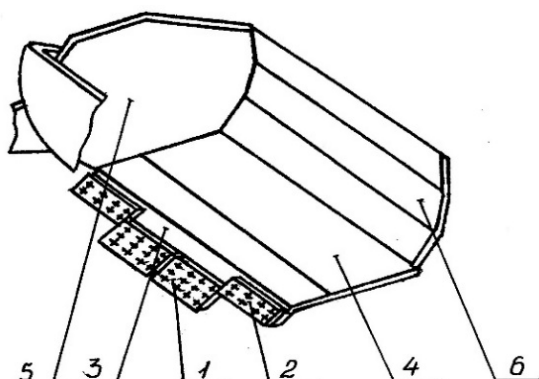


Рис. 1. Ступенчатая ножевая система скрепера

Однако ступенчатая ножевая система не обеспечивает необходимую в конце заполнения ковша толщину стружки и не позволяет изменять угол резания. В результате существенно затрудняется заполнение ковша в заключительной стадии копания и ухудшается заполнение передней части ковша. Достоинством ступенчатой ножевой системы являются прочность и жесткость.

Ширина резания существенно влияет на эффективность заполнения ковша скрепера, особенно на заключительной стадии копания. Совковый режущий орган [2] позволяет резко интенсифицировать заполнение ковша, особенно в заключительной стадии копания. Он имеет простую конструкцию, малую стоимость и позволяет уменьшить сопротивление копанию до 40%, рис. 2.

Однако после его применения необходимо выполнять выравнивание забоя или скрепером с ступенчатой ножевой системой или отвалом бульдозера. Кроме того, совковый режущий орган не позволяет выполнять планировку грунта в отвале из-за выступающей средней части ножа.

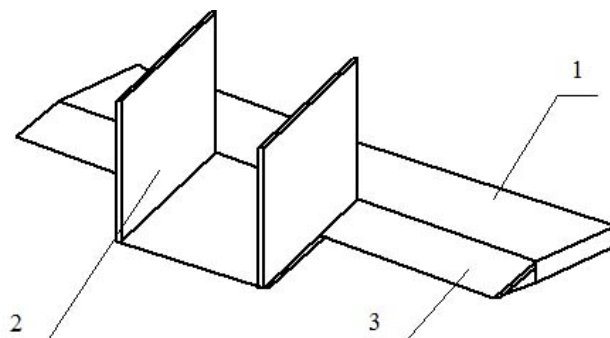


Рис. 2. Совковый режущий орган скрепера

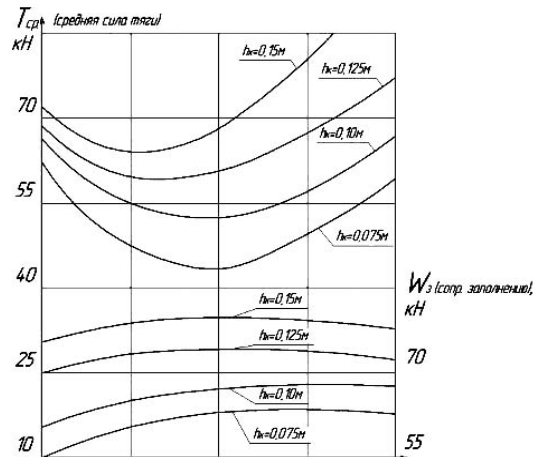


Рис. 3. Влияние ширины резания на сопротивление копанию

Исследования процесса копания ковшом скрепера с совковыми режущими органами подтвердили это и позволили определить рациональное соотношение между шириной ковша ( $B_k$ ) и шириной совкового режущего органа ( $B_c$ ).  $B_c \approx 0,65 B_k$ .

Предложена конструкция ножевой системы [3], состоящей из днища 1 (рис. 4) в которой при помощи шарнира 2 установлены секции 3 режущих ножей, количество которых выбирается в зависимости от ширины ковша, но не менее трех. Для изменения положения секции 3 режущего ножа вертикальной плоскости поворотом относительно осей шарнира 2 к секциям 3 шарнирно присоединены штоки гидроцилиндров 4 управления, корпуса которых присоединены к днищу 1.

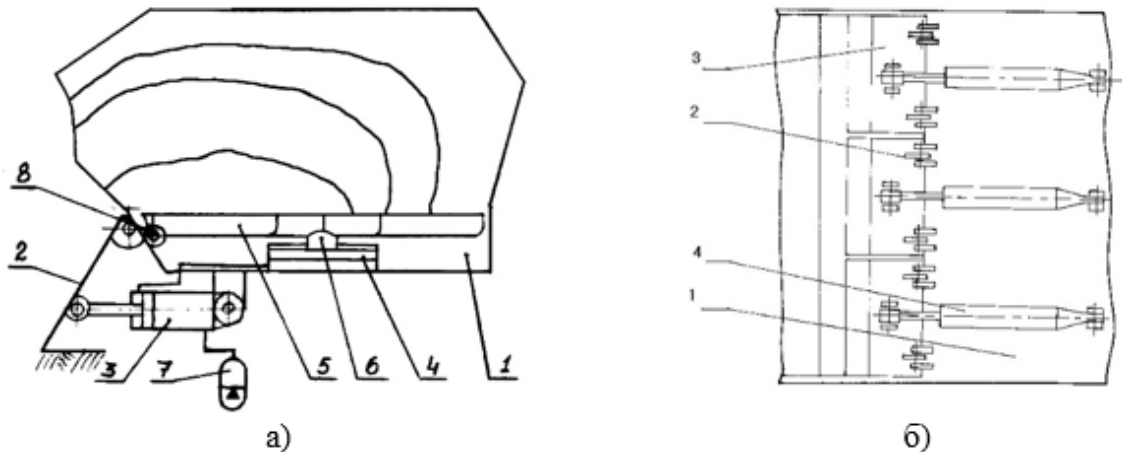


Рис. 4. Ножевая система с тремя поворотными ножами:  
а) привод ножей; б) вид на ножи снизу

В настоящее время разработана и испытана оригинальная конструкция ковша скрепера увеличенной вместимости, позволяющая реализовать принцип косо́го резания грунта [4] и на этой основе уменьшить силу тяги, необходимую для заполнения ковша и уменьшить динамику копания.

В этих скреперах ножи (рис. 5) установлены под острым углом W-образно. Такая установка ножей позволяет легче резать грунт, формировать в процессе копания два компактных столба грунта, перемещающихся в ковше и обладающих повышенной пробивной способностью, что позволяет легче проникать срезаемому грунту в ковш особенно в конце заполнения. Всё это в целом существенно снижает сопротивление копанию.

Ножи скрепера установлены под углом  $\varphi = 76^\circ$  друг к другу, наличие положительного угла атаки  $\beta = 15^\circ \dots 18^\circ$  обеспечивает постепенное увеличение площади вырезаемой стружки грунта и ширины резания, что существенно снижает динамические нагрузки на тягач.

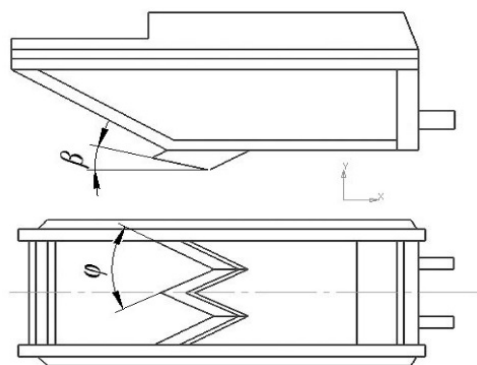


Рис. 5. Ковш косо́го резания

Применение ковша косо́го резания (как показали испытания) в зависимости от условий работы позволяет на 31,7...46% увеличить объём набираемого в ковш грунта без увеличения силы тяги базового трактора и на 25...56% повысить производительность скрепера, за счёт снижения сопротивления резанию на 20...30% (25%) и снижения сопротивления заполнению на 10...15%.

#### Выводы

Выполненные расчеты служат обоснованием для проектирования скреперного ковша с ножевой системой, использующей принцип косо́го резания грунта.

#### Библиографический список

1. Ульянов Н.А. Теория самоходных колесных землеройно-транспортных машин. М., «Машиностроение», 1969.
2. Борисенков В.А., Кацин В.А. Исследование работы скрепера с совковым режущим органом // Транспортное строительство. – 1972. – № 12.
3. А.с. № 881211 СССР, МКИ<sup>2</sup> E02F 3/64. Ковш скрепера. Авт. изобр. Радынко Л.А., Островерков Н.Л. и др. № 2382974/29. Заявл. 12.07.76, Оpubл. 15.11.81, Бюл. № 42.
4. А.С. 1041641 (СССР) кл. E02F3/64. Ковш скрепера. Авт. изобр. Борисенков В.А., Нилов В.А. № 2364668/29 Заявл.24.05.76; Оpubл. 30.06.81. Бюл. № 34.

#### References

1. Ulyanov N.A. Theory of self-propelled wheeled earthmoving and transport machines. M., "Mashinostroenie", 1969.
2. Borisenkov V.A., Katsin V.A. Investigation of the work of a scraper with a scoop cutting body // Transport construction. – 1972. – No. 12.
3. A.S. No. 881211 USSR, MKI<sup>2</sup> E02F 3/64. Scraper bucket. Author's invention. Radyanko L.A., Ostroverkov N.L. and others No. 2382974/29. Application 12.07.76, Publ. 15.11.81, Bul. No. 42.
4. A.S. 1041641 (USSR) cl. E02F3/64. Scraper bucket. Author's invention. Borisenkov V.A., Nilov V.A. No. 2364668/29 Application.05/24/76; Publ. 30.06.81. Issue No. 34.

УДК 629.33

*Воронежский государственный  
технический университет  
Студенты дорожно-транспортного  
факультета  
В.В. Щербинин  
e-mail: vladimirexec@gmail.com  
А.А. Чуев  
e-mail: sir.chuev@yandex.ru  
Канд. техн. наук, доц. кафедры  
строительной техники и инженерной  
механики имени профессора Н.А. Ульянова  
Р.А. Жилин  
Россия, г. Воронеж, тел. +7(473) 277-01-29  
e-mail: razhilin@yandex.ru*

*Voronezh State  
Technical University  
Students of the Faculty of Road Transport  
Faculty  
V.V. Scherbinin  
e-mail: vladimirexec@gmail.com  
A.A. Chuev  
e-mail: sir.chuev@yandex.ru  
D.Sc.(Engineerin), Associate prof. of the chair  
construction machinery and engineering  
mechanics of a name of professor N.A. Ulyanov  
R.A. Zhilin  
Russia, Voronezh, tel. +7(473) 277-01-29  
e-mail: razhilin@yandex.ru*

В.В. Щербинин, А.А. Чуев, Р.А. Жилин

### **ТЕНДЕНЦИЯ РАЗВИТИЯ АВТОМОБИЛЕСТРОЕНИЯ**

Рассматриваются перспективы развития современного автомобилестроения. Подготовлен структурный анализ научной литературы в сфере исследуемого вопроса.

**Ключевые слова:** электромобили, искусственный интеллект, экология.

V.V. Scherbinin, A.A. Chuev, R.A. Zhilin

### **THE TREND IN THE DEVELOPMENT OF THE AUTOMOTIVE INDUSTRY**

The prospects for the development of modern automotive industry are considered. A structural analysis of the scientific literature in the field of the issue under study has been prepared.

**Keywords:** electric vehicles, artificial intelligence, ecology.

Популярность электромобилей в последние годы неуклонно растет, и все больше и больше потребителей делают выбор в пользу экологически чистых транспортных средств [1]. Ожидается, что эта тенденция сохранится, поскольку многие страны ставят амбициозные цели по увеличению доли электромобилей на своих дорогах в ближайшие годы. Однако, как отмечают некоторые эксперты, в некоторых регионах темпы роста продаж электромобилей могут замедлиться или даже исчезнуть [2]. Несмотря на это, общая тенденция в отношении электромобилей остается положительной, поскольку достижения в области производства аккумуляторов и меры государственной поддержки способствуют развитию рынка.

Во-первых, одним из ключевых факторов развития рынка экологически чистого транспорта являются достижения в области аккумуляторных технологий [3]. По мере их совершенствования электромобили становятся более эффективными и имеют больший запас хода, что делает их более привлекательными для потребителей. В последние годы произошли значительные прорывы в технологии производства батарей: разрабатываются новые материалы и конструкции для повышения производительности и снижения затрат [4]. Ожидается, что эти достижения будут продолжаться, что будет способствовать дальнейшему росту рынка электромобилей [5].

Во-вторых, не стоит забывать и про меры и правила государственной поддержки, которые сыграли значительную роль в развитии рынка электромобилей [1]. Во многих странах правительства реализовали такую политику, как налоговые льготы, субсидии и инвестиции в инфраструктуру, чтобы стимулировать внедрение электромобилей [6]. Например, в России правительство поставило цель увеличить долю электромобилей в общем парке легковых автомобилей страны до 10% к 2035 году [7]. Ожидается, что эта политика и правила будут продолжать стимулировать рост рынка электромобилей в ближайшие годы [8].

Невозможно не отметить и достижения в области технологий искусственного интеллекта (ИИ), которые привели к фундаментальному сдвигу в автомобильной промышленности, особенно в разработке технологий автономного вождения [9]. Автомобильный сектор является одним из самых быстро внедряющих решения искусственного интеллекта, и компании готовы мгновенно интегрировать эти технологии в свои продукты [10]. Этот прогресс в технологии искусственного интеллекта позволил разработать сложные алгоритмы, которые могут анализировать огромные объемы данных, позволяя автономным транспортным средствам принимать решения в режиме реального времени. Эти достижения в области технологий искусственного интеллекта открыли двери для разработки полностью автономных транспортных средств, которые могут произвести революцию в транспортной отрасли.

Стоит сказать и про то, что развитие беспилотных транспортных средств является важной тенденцией в автомобильной промышленности [11]. Потенциальные преимущества этих транспортных средств включают повышение безопасности, уменьшение заторов на дорогах и повышение эффективности использования топлива [4]. Ожидается, что более широкое и глубокое внедрение технологии искусственного интеллекта будет способствовать развитию робототехники, которая еще больше расширит возможности автономных транспортных средств [12]. Однако эта тенденция также потребует от пользователей пересмотреть принципы использования автомобиля. Например, многие люди могут отказаться от покупки личного автомобиля, поскольку автономные транспортные средства предлагают более удобный и экономичный вид транспорта [13].

Ожидается, что развитие беспилотных транспортных средств окажет значительное влияние на транспортную отрасль и общество в целом [14]. Сокращение количества аварий и общего количества автомобилей на дорогах приведет к сокращению страхового рынка на 10% к 2025 году, а в долгосрочной перспективе – на 80% [15]. В России наблюдаются хорошие тенденции в развитии беспилотного транспорта, однако прогнозирование действий других водителей на дороге остается существенной проблемой. Косвенное влияние автомобильной промышленности на ВВП усиливается за счет смежных отраслей, таких как поставщики комплектующих, материалов и услуг. Рост количества этих предприятий способствует развитию экономик стран. Автомобильная промышленность постоянно внедряет инновации и адаптируется к возникающим тенденциям, и важно идти в ногу с этими разработками, чтобы оставаться конкурентоспособными.

Одной из ключевых тенденций развития автомобилестроения является использование переработанных и экологически чистых материалов. Внедрение таких материалов соответствует глобальной экологической повестке дня, поскольку позволяет значительно сократить выбросы CO<sub>2</sub>. Использование таких материалов также может повысить общую устойчивость автомобильной промышленности. В будущем маловероятно, что многие современные автомобили будут использовать подход, состоящий из нескольких материалов, включающий новые материалы, не являющиеся экологически чистыми [4]. Использование переработанных и экологически чистых материалов также может положительно повлиять на имидж автопроизводителей, поскольку демонстрирует приверженность экологической ответственности.

Еще одной тенденцией развития автомобильной промышленности является внедрение устойчивых производственных процессов. Промышленность работает над снижением воздействия на окружающую среду за счет внедрения более эффективных и устойчивых произ-

водственных процессов. Это включает в себя сокращение отходов и выбросов, а также внедрение возобновляемых источников энергии. Важность экологической устойчивости в автомобильной промышленности невозможно переоценить, поскольку она оказывает значительное влияние на окружающую среду и здоровье населения. Промышленность должна продолжать внедрять инновации и разрабатывать новые устойчивые производственные процессы, чтобы уменьшить воздействие на окружающую среду.

Однако автомобильная промышленность сталкивается с серьезными проблемами из-за необходимости инвестиций и ограничений общественного мнения [4], но отрасль активно работает над решением этих проблем, инвестируя в устойчивые технологии и процессы. Тенденция к сохранению окружающей среды и высокому уровню устойчивого развития ежегодно захватывает новые направления мирового бизнеса. Отрасль также уделяет особое внимание повышению устойчивости с точки зрения прибыльности, экологической и социальной совместимости [4]. Очевидно, что отрасль должна продолжать внедрять инновации и разрабатывать новые технологии и процессы, чтобы снизить воздействие на окружающую среду и оставаться конкурентоспособными на мировом рынке.

### Вывод

Новые технологии в области аккумуляторных технологий совместно с поддержкой государства способствуют развитию машиностроения.

Внедрение искусственного интеллекта в область автомобилестроения расширяет возможности для развития беспилотных (автономных) систем, что в перспективе может уменьшить общее количество транспорта, тем самым улучшив экологическую обстановку в мире.

Для последнего не стоит забывать о тенденции внедрения в производство наименее вредных материалов, что способствует снижению токсичности производства и эксплуатации транспорта.

### Библиографический список

1. Господдержка и развитие инфраструктуры – Тренды – РБК. – URL: [trends.rbc.ru/trends/industry/cmrm/658c36209a79477c89675fd7](https://trends.rbc.ru/trends/industry/cmrm/658c36209a79477c89675fd7).
2. Электромобили (мировой рынок) // [www.tadviser.ru](http://www.tadviser.ru)
3. Инновационные решения в сфере аккумуляторных технологий. На чем сейчас сосредоточились производители грузовиков. – URL: <https://trans.info/ru/innovatsionnyie-resheniya-v-sfere-akkumulyatornyih-tehnologiy-na-chem-seychas-sosredotochilis-proizvoditeli-gruzovikov-352218>
4. Бояринов Е. Искусственный интеллект в беспилотных летательных аппаратах // Вестник науки. 2023. №5 (62). – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/iskusstvennyy-intellekt-v-bespilotnyh-letatelnyh-apparatah>
5. Тенденции и перспективы развития мирового рынка легкового коммерческого электротранспорта. – URL: <https://apni.ru/article/4926-tendentsii-i-perspektivi-razvitiya-mirovogo-lyegkovogo-kommercheskogo-elektrottransporta>
6. Тенденции развития электромобилей в Европе. – URL: [www.sneci.com](http://www.sneci.com)
7. Распоряжение Правительства РФ от 28 декабря 2022 г. № 4261-р Об утверждении Стратегии развития автомобильной промышленности Российской Федерации до 2035 г. – URL: [www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/405963861](http://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/405963861)
8. Новые технологии производства аккумуляторных батарей. – URL: [lak-group.com](http://lak-group.com)
9. Потенциал искусственного интеллекта в беспилотных автомобилях. – URL: [vestnik-qlonass.ru](http://vestnik-qlonass.ru)
10. Как автопром использует искусственный интеллект. – URL: [storage.cnews.ru](http://storage.cnews.ru)

11. Искусственный интеллект в automotive. – URL: [habr.com/ru/companies/itelma/articles/524628](https://habr.com/ru/companies/itelma/articles/524628)
12. Заставь машину думать: как развивают искусственный интеллект у роботов. – URL: [trends.rbc.ru/trends/innovation/5d6520ea9a79474acef15b63](https://trends.rbc.ru/trends/innovation/5d6520ea9a79474acef15b63)
13. Беспилотные автомобили (мировой рынок). – URL: [www.tadviser.ru](http://www.tadviser.ru)
14. Перспективы рынка беспилотных автомобилей на 5 лет. – URL: [bespilot.com/sprojects/139-perspektivy-rynka-ba-na-5-let](https://bespilot.com/sprojects/139-perspektivy-rynka-ba-na-5-let)
15. Перспективное развитие ИТС: беспилотный транспорт.. – URL: [www.tadviser.ru](http://www.tadviser.ru)

#### References

1. State support and infrastructure development – Trends – RBC. – URL: [trends.rbc.ru/trends/industry/cmrm/658c36209a79477c89675fd7](https://trends.rbc.ru/trends/industry/cmrm/658c36209a79477c89675fd7)
2. Electric vehicles (global market) // [www.tadviser.ru](http://www.tadviser.ru)
3. Innovative solutions in the field of battery technology. What truck manufacturers are focusing on now. – URL: <https://trans.info/ru/innovatsionnyie-resheniya-v-sfere-akkumulyatornyih-tehnologiy-na-chem-seychas-sosredotochilis-proizvoditeli-gruzovikov-352218>
4. Boyarinov E. Artificial intelligence in unmanned aerial vehicles // Bulletin of Science. 2023. №5 (62). – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/iskusstvennyy-intellekt-v-bespilotnyh-letatelnyh-apparatah>
5. Trends and prospects for the development of the global market of passenger commercial electric vehicles. – URL: <https://apni.ru/article/4926-tendentsii-i-perspektivi-razvitiya-mirovogo>
6. Trends in the development of electric vehicles in Europe. – URL: [www.sneeci.com](http://www.sneeci.com)
7. Decree of the Government of the Russian Federation dated December 28, 2022 No. 4261-r On Approval of the Strategy for the Development of the Automotive Industry of the Russian Federation until 2035 – URL: [www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/405963861](http://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/405963861)
8. New technologies for the production of rechargeable batteries. – URL: [lak-group.com](http://lak-group.com)
9. The potential of artificial intelligence in self-driving cars. – URL: [vestnik-glonass.ru](http://vestnik-glonass.ru)
10. How the automotive industry uses artificial intelligence. – URL: [storage.cnews.ru](http://storage.cnews.ru)
11. Artificial intelligence in automotive. – URL: [habr.com/ru/companies/itelma/articles/524628](https://habr.com/ru/companies/itelma/articles/524628)
12. Make the machine think: how to develop artificial intelligence in robots. – URL: [trends.rbc.ru/trends/innovation/5d6520ea9a79474acef15b63](https://trends.rbc.ru/trends/innovation/5d6520ea9a79474acef15b63)
13. Self-driving cars (global market). – URL: [www.tadviser.ru](http://www.tadviser.ru)
14. Prospects of the self-driving car market for 5 years. – URL: [bespilot.com/sprojects/139-perspektivy-rynka-ba-na-5-let](https://bespilot.com/sprojects/139-perspektivy-rynka-ba-na-5-let)
15. Prospective development of ITS: unmanned transport. – URL: [www.tadviser.ru](http://www.tadviser.ru)

# **СТРОИТЕЛЬНЫЕ КОНСТРУКЦИИ, ЗДАНИЯ И СООРУЖЕНИЯ, ОСНОВАНИЯ И ФУНДАМЕНТЫ**

УДК 699.86

*Воронежский государственный  
технический университет  
Канд. техн. наук, доц. кафедры про-  
ектирования зданий и сооружений им.  
Н.В. Троицкого Э.Е. Семенова  
Магистр кафедры проектирования  
зданий и сооружений им. Н.В. Троиц-  
кого А.Д. Горборукова  
Россия, г. Воронеж,  
тел. +79616155035  
e-mail: s\_poolg@mail.ru*

*Voronezh State  
Technical University  
Professor, Department of Design of  
Buildings and Structures  
N.V. Troitsky E.E. Semenova  
Master of the Department of Design  
of Buildings and Structures  
N.V. Troitsky A.D. Gorborkova  
Russia, Voronezh,  
tel. +79616155035  
email: s\_poolg@mail.ru*

А.Д. Горборукова, Э.Е. Семенова

## **ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ КОНСТРУКТИВНЫХ РЕШЕНИЙ МАЛОЭТАЖНЫХ ЖИЛЫХ ЗДАНИЙ С ЦЕЛЬЮ ПОВЫШЕНИЯ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ**

В данной статье рассмотрен анализ влияния конструктивного решения малоэтажных жилых зданий на повышение энергоэффективности, что позволяет уменьшить энергопотребление и снизить нагрузки на окружающую среду.

**Ключевые слова:** энергоэффективность зданий, теплоизоляция стен, автоматизация, оптимизация, отопление, вентиляция, малоэтажное строительство, качественное жилье, комфортное жилье.

A.D. Gorborkova, E.E. Semenova

## **TECHNICAL-ECONOMIC ANALYSIS OF DESIGN SOLUTIONS FOR LOW-RISE RESIDENTIAL BUILDINGS WITH THE PURPOSE OF INCREASING ENERGY EFFICIENCY**

This article discusses the analysis of the impact of the design of low-rise residential buildings on increasing energy efficiency, which allows reducing energy consumption and reducing environmental loads.

**Keywords:** energy efficiency of buildings, thermal insulation of walls, automation, optimization, heating, ventilation, low-rise construction, quality housing, comfortable housing.

Развитие энергосбережения в строительстве становится все более актуальной проблемой в условиях растущих цен на энергоносители и стремлении к уменьшению негативного воздействия на окружающую среду. В этой связи особое внимание уделяется технико-экономическому обоснованию объемно-планировочных и конструктивных решений малоэтажных жилых зданий [1, 2].

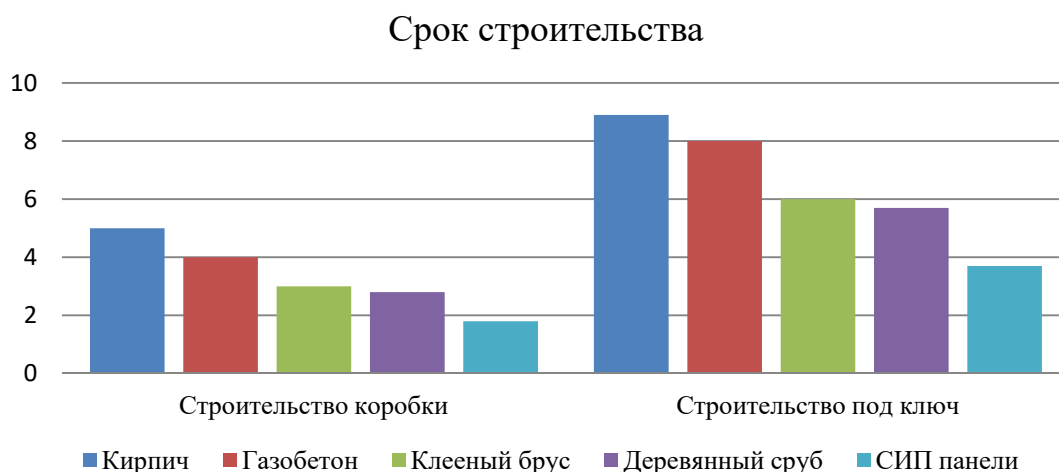
Важным аспектом повышения энергоэффективности является правильный выбор материалов и конструкций, способных обеспечить сохранение и равномерное распределение тепла внутри здания. Помимо этого, необходимо учитывать особенности климатических условий региона, а также объемно-планировочные решения, способствующие максимальному использованию естественного освещения и тепла.

Кроме того, важно обращать внимание на теплоизоляцию всех строительных элементов здания, а также использование энергоэффективных окон и дверей. Такие меры позволят существенно снизить затраты на отопление и кондиционирование воздуха.

Технико-экономическое обоснование объемно-планировочных и конструктивных решений малоэтажных жилых зданий с целью повышения энергоэффективности является необходимым шагом для уменьшения энергопотребления и снижения нагрузки на окружающую среду. Это позволит жителям снизить счета за коммунальные услуги и улучшить качество жизни в целом.

Для полноценного анализа сравним более популярные материалы и виды возведения малоэтажных зданий.

Сравнивая строения из кирпича, бетона, пеноблоков и традиционного бруса, с домом, построенным по финской технологии, можно отметить легкость сборки деталей, быстроту возведения и высокие экологические и микроклиматические качества. Сравним сроки строительства из разных материалов (рис 1.).



**Рис. 1.** Сравнение сроков строительства домов из различных материалов

Сейчас компании на современном рынке, предлагают каркасные дома под ключ и стремятся оказаться на лидирующих позициях в отрасли. Но не все имеют собственные производственные площадки и зачастую материалы приобретаются у непроверенных производителей. Несоблюдение показателей влажности древесины, неверный выбор вида и толщины слоя утеплителя, пренебрежение тонкостями технологии ведут к ошибкам. На рынке практически нет квалифицированных строителей, которые могли бы строить качественные каркасные дома, что в дальнейшем ведет к формированию негативных отзывов, которые можно прочесть на многих строительных форумах.

В России подход к выбору древесины и бруса отличается от используемого в Канаде, где применяется клееный брус, который в отличие от цельной древесины естественной влажности не впитывает лишнюю влагу, не меняет свою форму и не деформируется при строительстве дома. Чтобы продлить срок эксплуатации, необходимо соблюдать все этапы строительства каркасного здания, не пропускать и не игнорировать такие важные работы, как устройство вентиляционной системы, качественной опалубки, надежного каркаса.

Каркас имеет почти десятилетний стаж продажи на рынке недвижимости, а успешных проектов каркасных поселков пока единицы. На рынке всего 10-15% домов строится с применением этой технологии. Строительством каркасных домов в России занимаются либо специальные фирмы или сами владельцы строят своими руками. И те, и другие желают сэкономить. Так как каркасные здания позиционируются у нас как постройки эконом-класса. Доля проектов с каркасными и панельными домами составляет около 8 %. За рубежом даже в голову никому не придет экономить, ведь современный каркасный дом относится к категории элитного жилья, и строится только из самых современных материалов, так как ценится экологичность и натуральность исходного материала.

По статистике в мире примерно 80 % всех малоэтажных строений, до трех этажей включительно, выполняется по каркасной технологии. Застройщики на территории России к идее каркасного строительства относятся с скептицизмом. [7]

Первой причиной является сложившееся у отечественного застройщика устойчивое убеждение, что за рубежом, где таких домов большинство, погодные условия мягче наших. На самом деле, в большинстве северных штатов, не говоря уже о Канаде, среднегодовая температура ниже, снеговой покров такой же, а ветра намного сильнее. Тем не менее, каркасное строительство выдержало проверку временем и почти полностью вытеснило там все другие технологии.

Второй причиной является тот факт, что российский опыт каркасного строительства фактически ограничен только проектированием, строительством и эксплуатацией временных рабочих поселков, полевых станций, военных поселений.

Среди российских покупателей пока нет интереса к энергоэффективным технологиям. Имеющийся спрос как правило связан с любопытством, а не с потребностью купить энергоэффективное жилье и в последующем сэкономить на эксплуатационных расходах. А альтернативные источники энергии – солнечные батареи, тепловые насосы и ветрогенераторы – только начинают получать развитие и считаются пока редким явлением для России.

Теоретически энергоэффективное жилье экономит энергию до 40 %, однако инвестиции, потраченные на такую конструкцию, имеют долгий срок окупаемости.

Как и в любой строительной технологии, в каркасном домостроении есть свои плюсы и свои минусы. Дома возводятся за один сезон, что позволило во многих странах решить проблему нехватки жилья для населения. Такие дома привлекают своей практичностью, внешним видом. Однако в нашей стране к ним до сих пор, несмотря на все положительные стороны, относятся с осторожностью. Их считают слишком легкими и слишком недолговечными, так как в основе постройки – деревянный каркас. Считают, что дерево, как натуральный материал, подвержено повреждению насекомыми, бактериями, грибами, в результате чего и срок службы каркасного дома может быть гораздо ниже, чем домов из камня или цемента. Каркасная технология является относительно новой для российского покупателя загородной недвижимости и уступает в спросе традиционно популярной цельной древесине.

Как сообщают эксперты, исследование, проведенное в девяти регионах России, показало сопоставимые результаты не в пользу каркасного домостроения, которому так и не удалось завоевать расположение россиян, что отрицательно сказывается на реализации программы малоэтажного строительства в стране. [7]

Существует две основные причины, почему каркасные технологии не пользуются популярностью в проектировании. Во-первых, нашим гражданам кажется, что такие дома не соответствуют необходимым качествам долговечного жилья и энергоэффективности. Во-вторых, стоимость каркасных домов становится препятствием для их широкого использования в малоэтажном строительстве России. Срок службы каркасных технологий составляет 30 лет, после чего требуется проведение планового обслуживания. Под влиянием пожаров решающим фактором для российских покупателей становится опасение возгорания каркасных домов, несмотря на утверждения защитников деревянного строительства об использовании

специальных противопожарных составов. Потенциальным риском российских условий является возможность замены одного материала более дешевым в процессе сборки каркасного дома, состоящего из множества компонентов, а также возможность упущения какого-либо материала в некоторых случаях.

Несмотря на все недостатки, будущее у каркасной технологии строительства на российском рынке, безусловно, есть. Вопрос в том, когда наступит это каркасное будущее и смогут ли россияне поменять свое устоявшееся мировоззрение и привычки в отношении технологии, мнение о которой складывалось десятилетиями. На рисунке 2 показан сравнительный анализ стоимости 1 м<sup>2</sup> домов разного конструктивного решения.



Рис. 2. Стоимость за 1 м<sup>2</sup> дома [13]

Каркасная технология позволяет возводить строение в несколько этажей, и прочность таких зданий на сейсмические нагрузки не уступает железобетонным строениям. При этом следует заметить, что каркасные дома, проекты которых составлены специалистами и возведены с соблюдением всех технологических требований на много энергоэффективнее, чем другие конструкции зданий аналогичной площади.

Например, каркасный дом со стенами толщиной в 0,2 м по теплопроводности может приравниваться к:

- 1) кирпичному дому с толщиной стен до 0,8 м;
- 2) дому из пенобетона со стенами до 0,6 м;
- 3) бревенчатому или брусовому дому с толщиной брусьев до 0,35 м.

Каркасное домостроение будет в любом случае иметь меньшую стоимость, чем другие технологии строительных работ, но имеет одинаковый уровень качества, комфортабельности, скорости строительства. Особенно сейчас, когда строить дом из кирпича слишком дорого, общество начинает обращать внимание на относительно недорогое каркасное строительство. Если учитывать, что такие дома, кроме более низкой стоимости строительства, позволяют еще и экономить на обслуживании – то интерес к данной технологии не удивителен [9].

Поэтому при правильном позиционировании на рынке и массовом производстве каркасные технологии будут становиться все более популярными у российского потребителя.

Таким образом, разработка энергоэффективных зданий требует комплексного подхода и тщательного технико-экономического обоснования каждого решения. При этом важно учитывать не только возможности сэкономить на энергопотреблении, но и создать комфортные и безопасные условия для проживания.

#### Библиографический список

1. Архитектурное формирование регионального жилища. Типология и прогнозирование: Межвузовский сборник / Под ред. Л.П. Лавров, Молчанов В.М. – Ростов н/Д: Рост. архит. ин-т, 1993. -.49с.

2. Архитектура российского села. Региональный аспект: учебное пособие / Л.В. Хихлуха, Р.Д. Багиров, С.Б. Моисеева, Н.М. Согомоян. – М.: Архитектура - С, 2005. - 208 с.
3. Архитектурное проектирование жилых зданий / Под ред. М.В. Лисициана, Е.С. Пронина. – Стер. изд. Рек. УМО. – М.: Архитектура-С, 2010. – 488 с.
4. Ахрименко С.В. Анализ теплоизоляционных материалов, применяемых для повышения энергоэффективности строительства на примере ограждающей конструкции – крыши / С.В. Ахрименко, Э.Е. Семенова // Высокие технологии в строительном комплексе. 2020. №1. С. 22-26.
5. Скороходова А.А. Повышение энергоэффективности зданий и сооружений / А.А. Скороходова, Э.Е. Семенова // В сборнике: Будущее науки -2020. Сборник научных статей 8-й Международной молодежной научной конференции, в 5-х томах. Курск, 2020. С. 127-130.
6. Гринфельд Г.И., Куптараева П.Д. Кладка из автоклавного газобетона с наружным утеплением. Особенности влажностного режима в начальный период эксплуатации// Инженерно-строительный журнал — №8, 2011. Неуловимая энергоэффективность // Промышленно-строительное обозрение, 2011. – №123.
7. Гагарин В.Г. Экономический анализ повышения уровня теплозащиты ограждающих конструкций здания // Труды 1 Всероссийской научно-технической конференции 26-27 июня 2008 года. Строительная теплотехника: актуальные вопросы нормирования.
8. Табунщиков Ю.А., Ливчак В.И., Гагарин В.Г., Шилкин Н.В. Пути повышения энергоэффективности эксплуатируемых зданий // АВОК, 2009. – №5.
9. Технологии для экологического строительства [Электронный ресурс]. URL: <https://green-life.livejournal.com/273817.html> (дата обращения 01.06.2019).

#### References

1. Architectural design of regional housing. Typology and forecasting: Interuniversity collection / Ed. L.P. Lavrov, Molchanov V.M. – Rostov n/a: Rost. architect Institute, 1993.p. 49
2. Architecture of the Russian village. Regional aspect: textbook / L.V. Khikhlukha, R.D. Bagirov, S.B. Moiseeva, N.M. Soghomonyan. – М.: Architecture – S, 2005. – 208 p.
3. Architectural design of residential buildings / Ed. M.V. Lisitsiana, E.S. Pronina. - Erase. ed. Rec. UMO. – М.: Architecture-S, 2010. – 488 p.
4. Akhrimenko S.V. Analysis of thermal insulation materials used to increase the energy efficiency of construction using the example of a building envelope - a roof / S.V. Akhrimenko, E.E. Semenova // High technologies in the construction industry. 2020. No. 1. pp. 22-26.
5. Skorokhodova A.A. Increasing the energy efficiency of buildings and structures / A.A. Skorokhodova, E.E. Semenova // In the collection: The Future of Science -2020. Collection of scientific articles of the 8th International Youth Scientific Conference, in 5 volumes. Kursk, 2020. pp. 127-130.
6. Grinfeld G.I., Kuptaraeva P.D. Masonry made of autoclaved aerated concrete with external insulation. Features of the humidity regime during the initial period of operation // Engineering and Construction Journal - No. 8, 2011. Elusive energy efficiency // Industrial Construction Review, 2011. - No. 123.
7. Gagarin V.G. Economic analysis of increasing the level of thermal protection of building envelopes // Proceedings of the 1st All-Russian Scientific and Technical Conference, June 26-27, 2008. Construction heating engineering: current issues of regulation.
8. Tabunshchikov Yu.A., Livchak V.I., Gagarin V.G., Shilkin N.V. Ways to improve the energy efficiency of buildings in use // АВОК, 2009. – No. 5.
9. technologies for ecological construction [Electronic resource]. URL: <https://green-life.livejournal.com/273817.html> (access date 06/01/2019).

*Воронежский государственный  
технический университет  
студент (-ка) группы мТЭЗ-221 факультета  
инженерных систем и сооружений  
Емцова Татьяна Александровна  
Россия, г. Воронеж, тел. +7(952)541-45-18  
e-mail: emczowa@gmail.com  
старший преподаватель кафедры  
«Жилищно-коммунального хозяйства»  
Мерщиев Александр Александрович  
Россия, г. Воронеж, тел. +7(473)271-28-92  
e-mail: sasha\_1990@mail.ru*

*Voronezh State  
Technical University  
Senior Lecturer of the Department  
of Housing and Communal Services  
Emtsova Tatyana Aleksandrovna  
Russia, Voronezh, tel. +7(952)541-45-18  
e-mail: emczowa@gmail.com  
Senior Lecturer of the Department of Housing  
and Communal Services  
Mershchiev Alexander Alexandrovich  
Russia, Voronezh, tel. +7(473)271-28-92  
e-mail: sasha\_1990@mail.ru*

Т.А. Емцова, А.А. Мерщиев

### **АНАЛИЗ ПРОЕКТНЫХ РЕШЕНИЙ ПО РЕКОНСТРУКЦИИ ЗДАНИЯ ШКОЛЫ ДЛЯ МАЛОМОБИЛЬНЫХ ГРУПП НАСЕЛЕНИЯ**

В работе рассматривается необходимость интегрирования в Российской Федерации современных проектных решений для маломобильных групп населения при реконструкции здания школы, с целью создания безбарьерной среды. С учетом большого числа инвалидов – 722 000 несовершеннолетних детей, по данным статистики Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ) есть необходимость в внедрении в школы программы «Доступная среда», которая способна обеспечить увеличение числа детей-инвалидов, получающих обязательное начальное и среднее образование в условиях доступной среды. Авторами статьи был проведен термин и принципы доступной среды, выявлены основные цели и задачи программы, а также рассмотрены основные методы организации пространства учебных заведений для различных категорий маломобильных групп населения.

**Ключевые слова:** маломобильные группы населения, доступная среда, инвалиды, пандусы, учебное заведение, проектные решения, сенсорная комната, безбарьерная среда.

Т.А. Emtsova, А.А. Mershchiev

### **ANALYSIS OF DESIGN SOLUTIONS FOR THE RECONSTRUCTION OF THE SCHOOL BUILDING FOR LOW-MOBILITY GROUPS OF THE POPULATION**

The paper considers the need to integrate modern design solutions for low-mobility groups of the population in the Russian Federation during the reconstruction of the school building in order to create a barrier-free environment. Taking into account the large number of disabled children – 722,000 minor children, according to statistics from the World Health Organization (WHO), there is a need to introduce the "Accessible Environment" program into schools, which can ensure an increase in the number of disabled children receiving compulsory primary and secondary education in an accessible environment. The authors of the article analyzed the terms and principles of an accessible environment, identified the main goals and objectives of the program, and also considered the main methods of organizing the space of educational institutions for various categories of low-mobility groups of the population.

**Keywords:** people with limited mobility, accessible environment, people with disabilities, ramps, educational institution, design solutions, sensory room, barrier-free environment.

На сегодняшний день трактовка доступной городской среды предусматривает равноправное участие людей с ограниченными возможностями здоровья (далее ОВЗ) в различных сферах жизнедеятельности. Каждый год растет процент количества детей-инвалидов. Поэтому, на сегодняшний день, создание безбарьерной среды для маломобильных групп населения (МГН) является актуальным направлением социальной политики любого развитого государства.

По данным статистики Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ), примерно 15% мирового населения сталкиваются с различными видами инвалидности. По оценкам Росстата, к 1 января 2024 года в России проживает около 146 204 546 человек, из которых 11 000 519 – люди с ОВЗ. Важно отметить, что среди общего числа инвалидов в России около 722 000 человек – это несовершеннолетние дети. [1].

Доступная среда – среда, где физические и навигационные препятствия для МГН отсутствуют, либо минимизированы [2].

На период с 2011 по 2025 годы постановлением правительством Российской Федерации от 1 декабря 2015 года № 1297 была утверждена государственная программа «Доступная среда» [3]. Цель программы заключается в том, чтобы создать экономические и правовые условия, которые помогут интегрировать различные категории маломобильных групп населения в общество и улучшить качество их жизни [3].

Задачи программы [3]:

- увеличение числа детей-инвалидов, получающих обязательное начальное и среднее образование в условиях доступной среды;
- увеличение числа детей-инвалидов, участвующих в спортивных и развлекательных мероприятиях, включая школьную систему;
- создание и введение нормативно-правовых актов с учетом обеспечения формирования принципов доступной среды для инвалидов и других групп населения с ОВЗ;
- обеспечение безбарьерного доступа к объектам различных категорий граждан маломобильных групп населения в сфере социальной защиты, образования, здравоохранения, физической культуры и спорта.

В программе «Доступная среда» проработаны семь принципов, в результате которых, предметы, пространство, а также коммуникация между людьми становятся комфортными безопасными и осуществимыми.

1. Равенство и доступность использования.

Любой человек может воспользоваться услугой или продуктом, независимо от физических возможностей или наличия ограничений.

2. Гибкость использования.

Необходимо учитывать все формы инвалидности и категории МГН.

3. Простота и интуитивность использования.

Согласно современным принципам универсального дизайна, любой пользователь (ученик) должен иметь возможность понять, как пользоваться тем или иным предметом.

4. Доступно изложенная информация.

Необходимая информация должна быть представлена в наиболее удобной и понятной форме для каждого ученика, вне зависимости от его индивидуальных особенностей или характера инвалидности.

5. Снижение вероятности возникновения ошибок.

При некорректном использовании предмета или использовании вне предусмотренных целей, предмет не должен представлять опасности.

6. Минимизация физических усилий.

При использовании какого-либо предмета, каждый человек с ОВЗ должен иметь возможность использовать предметы с максимальным комфортом и минимальными физическими усилиями.

## 7. Наличие необходимого размера, места, пространства.

Доступность и организация пространства для образовательного процесса учащегося, а также возможности для досуга и отдыха, участия в спортивных мероприятиях, а также в рамках школьной системы.

При реконструкции уже существующих школьных зданий необходимо обеспечить безопасность и удобство передвижения для всех категорий граждан, включая инвалидов-колясочников, инвалидов со слабым зрением или слухом и других лиц с ограниченными возможностями. Для этого важно предусмотреть реконструкцию пешеходных дорожек с ровным, нескользким асфальтированным покрытием, исключив ступени и ямы на тротуаре, с уменьшенными зазорами между плитами (зазоры не должны превышать 1,3х1,3 см). Также необходимо предусматривать съезд шириной не менее 90 см в некоторых участках тротуара, для безбарьерного съезда инвалидной коляски. Для улучшения ориентации людей со слабым зрением рекомендуется использовать рельефные направляющие полосы и контрастные яркие цвета, такие как светло-желтый, светло-оранжевый и светло-красный. Применение текстурной поверхности для выделения границ тротуара также сыграет важную роль в лучшей ориентации категории людей со слабым зрением (рис. 1).



Рис. 1. Входная группа в школу, оборудованная для детей-инвалидов

Наружную входную группу учебного заведения следует оборудовать пандусом с углом наклона 1/12 для реконструируемых зданий. Также, пандус, необходимо оборудовать ограждающими конструкциями, перилами высотой от 70-90 см. Поворотно-разворотные площадки для инвалидной коляски должны иметь размеры 1,5х1,5 метра, а ширина не менее 90 см. В избежание возможности случайного скатывания инвалидной коляски необходимо предусмотреть открытие дверей в противоположную сторону от пандуса. При необходимости у входа в школу следует установить звонок для вызова охраны (рис. 2).



Рис. 2. Входная группа в школу, оборудованная пандусом для детей-инвалидов

При проведении реконструкции школьного здания необходимо установить перила в коридорах по всей площади, обеспечивающие безопасное и комфортное передвижение детей-инвалидов на инвалидной коляске и детей с ограничением по зрению (пользующихся тростью). Для указания направления движения рекомендуется использовать тактильную желтую маркировку. В случае наличия нескольких этажей в школе, необходимо предусмотреть установку лифтовой кабины для подъема детей на инвалидной коляске. Для удобства детей с ограничениями по зрению следует применять напольные покрытия с различным рельефом, меняющимся при изменении направления коридора и выполненным из материалов с различной текстурой. Названия классов должны быть выведены крупными тактильными символами и дополнительно отображаться шрифтом Брайля. Ширина дверных проемов не должна быть менее 90 см, чтобы обеспечить проходимость для людей на инвалидной коляске (рис. 3).



Рис. 3. Внутренне пространство школы для детей-инвалидов

Сенсорная комната – это специально созданное пространство, помещение, оборудованное специальными стимуляторами, предназначенными для воздействия на органы чувств человека.

Пребывание в сенсорной комнате помогает:

- нормализации психического состояния у учащихся;
- снижению нервного возбуждения и тревожности;
- активизации интеллектуальной деятельности;
- налаживание отношений с одноклассниками и взрослыми.

Сенсорная комната – это инновационное пространство, специально созданное для целенаправленного воздействия на чувственные системы человеческого организма с помощью разнообразных стимуляторов.

Освещение в сенсорной комнате представлено лампами с люминесцентным светом, создающим приятную атмосферу для исследования окружающей среды. Рекомендуется разработать концепцию комнаты так, чтобы дети могли ощутить комфорт и безопасность, исследуя разнообразные модули под присмотром квалифицированного специалиста (рис. 4).



Рис. 4. Сенсорная комната

При проведении реконструкции школы необходимо внимательно проработать вопрос об обустройстве специализированных санузлов, используемых детьми на инвалидных колясках, с нарушением опорно-двигательного аппарата, а также с ограниченными возможностями по зрению. При входе в санузел выложить тактильную желтую маркировку. Для комфортного перемещения ученика, санузел необходимо запроектировать в размерах не менее 1,65х1,8 метра. В помещении следует предусмотреть поручни возле раковины, туалета, сушилки для рук. Раковина должна быть на высоте 80 см от пола, все предметы санузла следует располагать на соответствующей высоте, обеспечивающее удобство пользования ими детьми-инвалидами (рис. 5).



**Рис. 5.** Школьный туалет, оборудованный для детей-инвалидов

Для учеников на инвалидных колясках необходимо предусмотреть дополнительное пространство для свободного передвижения, минимальный размер их рабочего места должен составлять 1,5 на 1,5 метра, с возможностью поворота коляски. Важно обеспечить доступное пространство у доски, а также обеспечить доступность платформ или установить пандусы для комфортного перемещения учеников на колясках или с костылями. Для слабослышащих детей необходимо установить индукционные системы, которые улучшат качество звука и передадут его на слуховые аппараты, обеспечивая максимальное комфортное обучение (рис. 6).



**Рис. 6.** Школьные классы, оборудованные для детей-инвалидов и различных категорий МГН

В ходе работы были изучены и проанализированы современные проектные решения, применяемые при реконструкции учебных заведений для МГН. Раскрываются термины и определения «безбарьерная среда», «сенсорная комната». Сформулированы и установлены основные цели и задачи программы «Доступная среда». Выявлены основные принципы методов в обеспечении беспрепятственного доступа для различных категорий МГН к социальным объектам.

Изучив возможные проектные решения, можно сделать вывод, что внедрять условия для безбарьерного доступа МГН рекомендуется в рамках программы «Доступная среда». Данная программа применительна не только к новым возведенным учебным заведениям, но и к действующим школам в рамках реконструкции, с применением современных проектных решений, отвечающих актуальной нормативной документации, действующей на территории Российской Федерации в сфере безбарьерного обеспечения доступа инвалидов и МГН к объектам социальной инфраструктуры.

#### Библиографический список

1. ГОСТ Р 59811-2021. Безбарьерная среда жизнедеятельности инвалидов. Термины и определения. Москва: Российский институт стандартизации, 2021. –36 с.
2. ГОСТ Р 70714-2013. Пандусы модульные для маломобильных групп населения. Общие технические требования. Москва: Российский институт стандартизации, 2023. – 6с.
3. Постановление Правительства РФ от 01.12.2015 N 1297 (ред. от 27.12.2018) «Об утверждении государственной программы Российской Федерации «Доступная среда» на 2011 - 2025 годы».
4. СП 59.13330.2020. Доступность зданий и сооружений для маломобильных групп населения. Система нормативных документов в строительстве. – Москва: Госстрой России, 2020. –73 с.
5. СП 35-105-2002 Реконструкция городской застройки с учетом доступности для инвалидов и других маломобильных групп населения. Москва: Госстрой России, 2002. – 59 с.
6. Шестопалов Ю.П. Социальное проектирование доступной среды для маломобильных граждан: диссертация ... канд. социологических наук: 22.00.08 / Шестопалов Юрий Петрович; [Место защиты: Воен. ун-т]. – Москва, 2011. – 208 с.
7. Федеральный закон от 24 ноября 1995 года № 181-ФЗ «О социальной защите инвалидов в Российской Федерации».
8. Зайцева, Н.В. Анализ доступности высшего образования для инвалидов / Д.В. Зайцев // Научный журнал «Вестник». – 2011. – №9 С. 164-169.

#### References

1. GOST R 59811-2021. Barrier-free living environment for the disabled. Terms and definitions. Moscow: Russian Institute of Standardization, 2021. -36 p.
2. GOST R 70714-2013. The ramps are modular for people with limited mobility. General technical requirements. Moscow: Russian Institute of Standardization, 2023. – 6s.
3. Decree of the Government of the Russian Federation dated 12/01/2015 No. 1297 (ed. dated 12/27/2018) "On approval of the State program of the Russian Federation "Accessible Environment" for 2011-2025".
4. SP 59.13330.2020. Accessibility of buildings and structures for people with limited mobility. The system of regulatory documents in construction. – Moscow: Gosstroy of Russia, 2020. -73 p.
5. SP 35-105-2002 Reconstruction of urban development, taking into account accessibility for the disabled and other low-mobility groups of the population. Moscow: Gosstroy of Russia, 2002. – 59 p.
6. Shestopalov Yu.P. Social design of an accessible environment for low-mobility citizens: dissertation... Cand. Social Sciences: 22.00.08 / Yuri Petrovich Shestopalov;6. Shestopalov Yu.P. Social design of an accessible environment for low-mobility citizens: dissertation... Cand. Social Sciences: 22.00.08 / Yuri Petrovich Shestopalov; [Place of protection: Military. un-t]. – Moscow, 2011. – 208 p.
7. Federal Law No. 181-FZ of November 24, 1995 "On Social Protection of Persons with Disabilities in the Russian Federation".
8. Zaitseva, N.V. Analysis of accessibility of higher education for the disabled / D.V. Zaitsev // Scientific journal "Vestnik". - 2011. – No. 9, pp. 164-169.

УДК 625.7

*Воронежский государственный  
технический университет  
аспирант, кафедры строительства  
и эксплуатации автомобильных дорог  
А.В. Жабцев*

*e-mail: zhabtsev@mail.ru*

*Канд. тех. наук, доцент кафедры строитель-  
ства и эксплуатации автомобильных дорог*

*А.С. Строкин*

*e-mail: alexmech23@gmail.com*

*Россия, г. Воронеж, тел. +7 (473) 236-18-89.*

*Канд. тех. наук, доцент кафедры строитель-  
ства и эксплуатации автомобильных дорог*

*Ф.В. Матвиенко*

*e-mail: fmatvienko@yandex.ru*

*Россия, г. Воронеж, тел. +7 (473) 236-18-89*

*Voronezh State*

*Technical University*

*PhD student of Pulpit construction and usages  
of the car roads*

*A.V. Zhabtsev*

*e-mail: zhabtsev@mail.ru*

*Ph. D. in Engineering, Assoc. Prof. of Pulpit  
construction and usages of the car roads*

*A.S. Strokin*

*e-mail: alexmech23@gmail.com*

*Russia, Voronezh, ph +7(473) 236-18-89.*

*Ph. D. in Engineering, Assoc. Prof. of Pulpit  
construction and usages of the car roads*

*F.V. Matvienko*

*e-mail: fmatvienko@yandex.ru*

*Russia, Voronezh, ph +7(473) 236-18-89.*

А.В. Жабцев, А.С. Строкин, Ф.В. Матвиенко

### **ПОВЫШЕНИЯ УСТОЙЧИВОСТИ АСФАЛЬТОБЕТОННОГО ПОКРЫТИЯ К ОБРАЗОВАНИЮ КОЛЕИ НА АВТОДОРОЖНЫХ МОСТАХ С ЖЕЛЕЗОБЕТОННОЙ ПЛИТОЙ ПРОЕЗЖЕЙ ЧАСТИ**

В настоящее время проблема колееобразования на покрытиях автомобильных дорог на мостах стоит на первом месте среди всех дефектов покрытия. Данный вид деформации снижает уровень безопасности дорожного движения на автодорожных мостах, негативно влияет на долговечность эксплуатации и как следствие, наносит значительный ущерб экономике страны.

**Ключевые слова:** битум, полимер, полимерно-битумное вяжущие, колея, колеестойкость, асфальтополимербетон, глубина колеи.

A.V. Zhabtsev, A.S. Sorokin, F.V. Matvienko

### **TO INCREASE THE STABILITY OF ASPHALT CONCRETE PAVEMENT TO THE FORMATION OF A TRACK ON ROAD BRIDGES WITH A REINFORCED CONCRETE SLAB OF THE ROADWAY**

Currently, the problem of rutting on the pavement of highways on bridges is in the first place among all defects in the coating. This type of deformation reduces the level of road safety on road bridges, negatively affects the durability of operation and, as a result, causes significant damage to the country's economy.

**Keywords:** bitumen, polymer, polymer-bitumen binders, track, track resistance, asphalt polymer concrete, track depth.

В настоящее время широко прорабатывается вопрос обеспечения устойчивости дорожных одежд к образованию колеи. Новые усовершенствованные технологии в строительстве помогают улучшать качество показателей прочности и деформативности материалов в слоях дорожной одежд, приводят к обеспечению оптимального температурного режима укладки и уплотнения асфальтобетонных смесей.

Одной из существенных причин, приводящих к ускоренному образованию колеи вследствие износа дорожного покрытия, является применение шипованных шин. В России допускается использование шипованных шин, в отличие, например, от Германии. В феврале 2020 года Комитетом Государственной Думы Федерального Собрания Российской Федерации по транспорту и строительству была создана специальная рабочая группа, которая занимается проблемой применения шипованной резины. В марте 2021 года прошла 2-я международная конференция Асфальтобетон-2021, по итогам которой была направлена резолюция в Правительство Российской Федерации с требованием ужесточить правила использования шипованной резины вне сезона.

К способам повышения колееобразования асфальтобетонного покрытия на автодорожных мостах относят: меры, предупреждающие образование колеи и замедляющие возникновение колеи. Для бесперебойного и эффективного функционирования мостовых сооружений лучше повышать колееобразование с помощью первого способа мероприятий. К нему относятся: использование в верхних слоях покрытия материалов с высокой степенью устойчивости к колее, а также использование армирующих слоев из геосинтетических материалов в слоях покрытия.

До середины 90-х годов прошлого столетия в России практически не проводились работы по исследованию и оценке состояния параметров колеености: не создавалось оборудование и не разрабатывались методы обследования и оценки. Также не было методик измерения параметров колеи и требований к её параметрам. Это объясняется тем, что низкая интенсивность движения, состав транспортных потоков и их скоростные режимы не приводили к существенному росту колеености. Однако к концу 90-х годов, ситуация кардинальным образом изменилась, и образование колеености на покрытиях автомобильных дорог стало одной из самых злободневных проблем сегодняшних дорог [1-4].

Одним из путей повышения устойчивости к колее верхних слоев покрытия на автодорожных мостах является изменение гранулометрического состава и свойств вяжущего.

Испытывались на колее три типа асфальтобетонов (тип А, тип Б, тип В) на одном битуме БНД 70/90. Колеею определяли методом прокатывания нагруженного колеса и оценивали по трем показателям: показатель глубины колеи, показатель интенсивности образования колеи, показатель глубины колеи после 1000 проходов. Анализ полученных результатов показывает, что по всем трем показателям наиболее высокую устойчивость к колее показал асфальтобетон типа А, затем - тип Б, и типа В оказался наименее колеестойким [3-8].

Поскольку, для дорожных покрытий на мостах и путепроводах кроме горячего, плотного асфальтобетона используют литой, дренирующий и щебеночно-мастичный асфальтобетон, поэтому очень важно знать, как эти виды асфальтобетона сопротивляются образованию колеи. Сравним щебеночно-мастичный, плотный и литой асфальтобетоны. Наибольшую колеестойкость проявил щебеночно-мастичный асфальтобетон по сравнению с плотным и, тем более, с литым асфальтобетоном.

Как показали результаты исследований, на колеестойкость асфальтобетона влияет количество вяжущего (битума). При уменьшении количества битума от 6,0% до 4,2% глубина колеи асфальтобетона после 30000 проходов колеса уменьшается от 12 мм до 5 мм. При оценке необходимо учитывать остаточную пористость и водонасыщения асфальтобетона. Увеличение остаточной пористости от 3,5% до 7% увеличивает глубину колеи водонасыщенного образца после 2000 проходов с 6 мм до 9 мм, а после 8000 проходов с 12 мм до 14 мм. В сравнении результатов испытаний на колее асфальтобетона (5% СБС) при температуре 50 °С и 60 °С в сухом и водонасыщенном состоянии. Если после 8000 проходов при температуре 50 °С глубина колеи водонасыщенного образца была больше в 4,3 раза, по сравнению с сухим, то при температуре 60 °С это превышение составляло 3,9 раза.

Влияния изменения марки битума на глубину образования колеи

Наименования	$P_{25}, 10^{-1}$ мм	$T_p, ^\circ\text{C}$	20000 циклов, мм	скорость образования колеи, мм / ч
БНД 70/100	85	45,4	10	0,99
БНД 50/70	68	48,4	6	0,35
БНД 30/50	45	53,8	4	0,31

Битумы различаются структурными типами. Колбановская А. С., Золотарев В.А. [1-6] рекомендует дифференцированно подходить к назначению областей применения таких битумов: асфальтобетон на основе битумов I типа должны использоваться в районах с холодным климатом, а асфальтобетон на основе битумов II типа - в районах с жарким климатом.

Эффективным способом по предупреждению образования колеи в асфальтобетонах на автодорожных мостах является введение в битум различных полимерных добавок, таких как блоксополимеры дивинила и стирола, эластомеры, термопласты, реактопласты.

Сравнительные исследования на колеиность образцов мелкозернистого асфальтобетона типа А, который был приготовлен на полимерно-битумном вяжущем марки ПБВ 60 и на битуме БНД 50/70 показало, что использование полимерно-битумного вяжущего в асфальтобетоне позволяет снизить образование глубины колеи примерно на 28% по сравнению с асфальтобетоном на традиционном битуме [7-11].

При введении в битум термоэластопласта СБС, определяли рост в условиях наиболее приближенных к реальным. Для этого асфальтобетонную смесь укладывали в конструкцию дорожной одежды лабораторного испытательного стенда с шириной полосы 0,7 м и диаметром 3,5 м. Колеестойкость асфальтобетонов оценивали по глубине колеи после 102 проходов колеса с нагрузкой  $2 \times 10^4$  Н при температуре  $60^\circ\text{C}$ . В ходе эксперимента была получена следующая глубина колеи: асфальтобетон на чистом битуме - 16 мм, асфальтополимербетон - 3 мм [11-12].

Глубина колеи в образцах ЩМА снижается в 2,5 раза за счет добавления полимера в битум или при изменении зернового состава минеральной части смеси. Это означает, что снижение колеи в асфальтобетоне можно достичь за счет улучшения зернового состава по показателю трения.

С целью предупреждения образования колеи на поверхности покрытий мостов в Европе используют улучшенный битум Multigrade. Данный тип битума отличается повышенной тепло- и морозостойкостью, оставаясь твердым при высоких температурах и достаточно мягким при низких. Благодаря его улучшенным показателям по трещиностойкости, устойчивости к старению и образованию колеи, рекомендуется к применению в качестве вяжущего в асфальтобетонной смеси (HSMA) для обеспечения долговечности дорог и снижения затрат на их строительство за счет уменьшения толщины несущего слоя.

В настоящее время не существует единой точки зрения по отношению необходимого количества полимера в битуме, поскольку это связано с составом битума и свойствами полимера, то есть возможностью изменять свойства вяжущего, за счет создания в нем структурной сетки.

Количество полимера в составе отражается на колеестойкости асфальтополимербетон. Была определена глубина колеи асфальтополимербетона, - до 5% при использовании термоэластопласта СБС фирмы «Сибур». В то же время, использование полимера СБС фирмы «SONGHAN» дает другой результат, чем тот, что наблюдался при использовании полимера фирмы «Сибур». Уменьшение глубины колеи наблюдается до 4% СБС, увеличение количества полимера до 5% СБС приводит к незначительная увеличения глубины колеи [3-5].

При увеличении коэффициента уплотнения асфальтобетонного покрытия увеличивается количество проходов колеса до появления пути указанной глубины. Если коэффициент уплотнения уменьшается на 1,7% от максимального, то количество проходов колеса до появления колеи глубиной 10 мм уменьшается на 6400 проходов, если на 4,7% - на 7600 проходов, если на 8% - на 8500 проходов. Колеестойкость асфальтобетонов с максимальной крупностью зерен 10 мм и 20 мм наблюдается несоответствие. Поэтому научные исследования по изучению колеестойкости асфальтобетонов с разными размерами максимального щебня требуют дальнейших исследований. Недостаточно уделено внимания исследованию закономерностей действия влиятельных факторов на интенсивность образования колеи в асфальтобетонном покрытии на автодорожных мостах, а именно: различные виды асфальтобетонов и их гранулометрии; размер щебня; толщина покрытия; количество и марка битумного вяжущего, количество полимера; скорость движения и нагрузки транспортных средств; коэффициент уплотнения асфальтобетона; разная температура укладки, наличие или отсутствие ПАВ.

### Выводы

1. Установлено по анализу работ, посвященным лабораторным и стендовым экспериментальным исследованиям показывают, что они не полностью учитывают влияние конструктивных, технологических и эксплуатационных факторов на образование колеи в покрытии.
2. Разработка научных основ по повышению устойчивости асфальтобетонного покрытия к образованию колеи на автодорожных мостах с железобетонной плитой проезжей части.
3. Установить: параметры термо-вязко-пружиннопластичных свойств полимер-асфальтобетона; характеристики образования колеи; температуру асфальтобетонного покрытия в полосе наката; прочность сцепления между асфальтобетоном и железобетонной основой при сдвиге.

### Библиографический список

1. Колбановская А. С. Дорожные битумы / Колбановская А. С., Михайлов В. В. – М.: «Транспорт», 1973. – 264 с.
2. Гохман Л.М., Золотарев В.А., Гезенцев Л.Б. Исследование деформационной устойчивости асфальтобетона с применением ПБВ в статистическом и динамическом режиме деформирования: Труды СоюздорНИИ, 1977. - № 89. -С. 68-87.
3. Калгин Ю.И. Перспективные технологии строительства и ремонта дорожных покрытий с применением модифицированных битумов / Ю.И.Калгин, А.С. Строкин, Е.Б. Тюков. – Воронеж: ОАО Воронежская областная типография, 2014 г. – 224 с.
4. Калгин Ю.И. Дорожные битумо-минеральные материалы на основе модифицированных битумов / Ю. И. Калгин - Воронеж: изд-во Воронеж. гос. ун-та, 2006. – 272 с.
5. Руденский А.В. Дорожные асфальтобетонные покрытия на модифицированных битумах. /А.В. Руденский, Ю.И. Калгин; Воронеж.гос. арх.-строит. ун-т. – Воронеж, 2009. – 143 с.
6. Золотарев В. А. Битумы, модифицированные полимерами типа СБС: Особенности состава, структуры и свойств /В. А. Золотарев// Доклад на международной научно-технической конференции «Проблемы повышения качества и ресурсосбережения в дорожной отрасли». – Харьков: ХНАДУ, 2003. – 17 с.
7. Жабцев. А.В. Повышение устойчивости асфальтобетонного покрытия к образованию колеи на автодорожных мостах /Строкин А.С., Тюков Е.Б. / Научный журнал высокие технологии в строительном комплексе. – 2022. - №2. - С.131-135.
8. Жабцев. А.В. Повышение устойчивости асфальтобетонного покрытия к образованию колеи на автодорожных мостах /Строкин А.С., Тюков Е.Б., Жуков Н.К. / Научный журнал высокие технологии в строительном комплексе. – 2023. - №1. - С.48-53.

9. Золотарев В. А. Модифицированные битумные вяжущие, специальные битумы с добавками в дорожном строительстве /В. А. Золотарев, В. И. Братчун.// Всемирная дорожная ассоциация. Технический комитет «Нежесткие дороги». – Харьков: ХНАДУ, 2003. – 229 с.

10. Горелышев Н.В. Асфальтобетон и другие битумоминеральные материалы / Н.В. Горелышев. – М.: Можайск-Терра, 1995. – 176 с.

11. Molenaar, J.M.M. An investigation into the specification of rheological properties of polymer modified bitumen / J.M.M. Molenaar, E.T. Hagos, M.F.C. Van De Ven // Proceedings 3rd Eurasphalt & Eurobitume Congress. 12–14 may 2004. – Vienna, 2004. – P. 2080–2091.

12. Vonk W., Korenstra J., Hek J., Hartemink R. Jak zapewnić najlepsze właściwości funkcjonalne przy opracowywaniu składu asfaltu zmodyfikowanego polimerem // RGRA. 1996. № 739. P. 34-38.

## References

1. Kolbanovskaya A. S. Road bitumen / Kolbanovskaya A. S., Mikhailov V. V.-M.: "Transport", 1973. - 264 p.

2. Gokhman L.M., Zolotarev V.A., Gezentsvey L.B. Investigation of deformation stability of asphalt concrete using PBB in statistical and dynamic modes of deformation: Proceedings of Soyuzdornii, 1977. - No. 89. - pp. 68-87.

3. Kalgin Yu. I. Promising technologies for construction and repair of road surfaces using modified bitumen / Yu. I. Kalgin, A. S. Strokin, E. B. Tyukov. - Voronezh: Voronezh regional printing house, 2014 – 224 p.

4. Kalyagin Yu.I. Road bitumen-mineral materials based on modified bitumen / Yu. I. Kalgin - Voronezh: Publishing House of Voronezh State University, 2006. - 272 p.

5. Rudensky A.V. road asphalt concrete coatings on modified bitumen. / A.V. Rudensky, Yu. I. Kalgin; Voronezh. state. arch. - builds. UN-T.-Voronezh, 2009. - 143 p.

6. Zolotarev V. A. Bitumens modified with SBS-type polymers: features of composition, structure and properties /V. A. Zolotarev// Report at the international scientific and technical conference "Problems of improving quality and resource saving in the road industry". - Kharkiv: khnadu, 2003. - 17 p.

7. Zhabtsev. A.V. Increasing the stability of asphalt concrete pavement to the formation of a track on road bridges /Strokin A.S., Tyukov E.B. / Scientific journal high technologies in the construction complex. - 2022. - No. 2. - pp.131-135.

8. Zhabtsev. A.V. Increasing the stability of asphalt concrete pavement to track formation on highway bridges /Strokin A.S., Tyukov E.B., Zhukov N.K. / Scientific Journal high technologies in the construction complex. – 2023. - No.1. - pp.48-53.

9. Gorelyshev N. V. asphalt Concrete and other bituminous materials / N. V. Gorelyshev. - M.: Mozhaisk-Terra, 1995. - 176 p.

10. Zolotarev V. A. Testing of road construction materials: laboratory practice / V. A. Zolotarev, V. I. Bratchun, A.V. Kosmin et al.; ed. By V. A. Zolotarev, A.V. Kosmin. - Kharkiv: khnadu, 2012. - 368 p.

11. Molenaar, J.M.M. An investigation into the specification of rheological properties of polymer modified bitumen / J.M.M. Molenaar, E.T. Hagos, M.F.C. Van De Ven // Proceedings 3rd Eurasphalt & Eurobitume Congress. 12–14 may 2004. – Vienna, 2004. – P. 2080–2091.

12. Vonk W., Korenstra J., Hek J., Hartemink R. Jak zapewnić najlepsze właściwości funkcjonalne przy opracowywaniu składu asfaltu zmodyfikowanego polimerem // RGRA. 1996. № 739. P. 34-38.

*Воронежский государственный  
технический университет  
старший преподаватель кафедры  
«Жилищно-коммунального хозяйства»  
Лобанов Дмитрий Валерьевич  
Россия, г. Воронеж, тел. +7(473)271-28-92  
e-mail: ldv-36@mail.ru  
старший преподаватель кафедры  
«Жилищно-коммунального хозяйства»  
Мерщиев Александр Александрович  
Россия, г. Воронеж, тел. +7(473)271-28-92  
e-mail: sasha\_1990@mail.ru  
к.т.н., доцент кафедры  
«Жилищно-коммунального хозяйства»  
Глушков Александр Юрьевич  
Россия, г. Воронеж, тел. +7(473)271-28-92  
e-mail: alex-maslovka@mail.ru*

*Voronezh State  
Technical University  
Senior Lecturer of the Department of Housing  
and Communal Services  
Lobanov Dmitry Valerievich  
Russia, Voronezh, tel. +7(473)271-28-92  
e-mail: ldv-36@mail.ru  
Senior Lecturer of the Department of Housing  
and Communal Services  
Mershchiev Alexander Alexandrovich  
Russia, Voronezh, tel. +7(473)271-28-92  
e-mail: sasha\_1990@mail.ru  
Ph.D., Associate Professor of the Department  
of Housing and Communal Services  
Glushkov Alexander Yurievich  
Russia, Voronezh, tel. +7(473)271-28-92  
e-mail: alex-maslovka@mail.ru*

Д.В. Лобанов, А.А. Мерщиев, А.Ю. Глушков

## **ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛЕДОВАНИЕ ЗДАНИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО НАЗНАЧЕНИЯ С РЕШЕНИЯМИ ПО МОДЕРНИЗАЦИИ ИНЖЕНЕРНЫХ СИСТЕМ**

Любое здание имеет определенный срок службы, который зависит от многих факторов. Важное значение в сроке службы здания, его отдельных конструкций и систем имеет своевременное и правильное техническое обслуживание. Пренебрежение рекомендациями по обслуживанию и ремонту строительных конструкций и инженерных систем может привести к преждевременному износу здания, что делает его непригодным для дальнейшей эксплуатации. Перед принятием решения о проведении работ в здании необходимо провести комплексное обследование всех его частей и элементов для определения возможности продления срока службы или вывода из эксплуатации таких зданий. В данной статье рассматривается здание производственного корпуса очистных сооружений, которое требует комплексного и детального обследования с последующими рекомендациями по его дальнейшей эксплуатации и решениями по разработке систем отопления и вентиляции.

**Ключевые слова:** обследование здания, техническое обслуживание, эксплуатация здания, реконструкция здания, капитальный ремонт, снос здания.

D.V. Lobanov, A.A. Mershchiev, A.Yu. Glushkov

## **TECHNICAL INSPECTION OF A PRODUCTION BUILDING WITH SOLUTIONS FOR MODERNIZING ENGINEERING SYSTEMS**

Any building has a certain service life, which depends on many factors. Timely and correct maintenance is important in the service life of a building, its individual structures and systems. Neglecting recommendations for the maintenance and repair of building structures and engineering systems can lead to premature wear and tear of the building, which will make it unsuitable for further use. Before making a decision to carry out work on a building, it is necessary to con-

duct a comprehensive examination of all its parts and elements to determine the possibility of extending the service life or decommissioning of such buildings. This article examines the building of the industrial building of a wastewater treatment plant, which requires a comprehensive and detailed examination with subsequent recommendations for its further operation and solutions for the development of heating and ventilation systems.

**Keywords:** building inspection, maintenance, operation of the building, reconstruction of the building, major repairs, demolition of the building.

Техническое обследование – процесс, который включает в себя контроль, испытания, анализ и оценку конструкций зданий и сооружений. Основной целью проведения технического обследования является определение текущего технического состояния, выявление степени физического износа, дефектов, выяснения эксплуатационных качеств конструкций; прогнозирование их поведения в будущем. Техническое обследование зданий и сооружений [1] проводится, в частности, в следующих случаях:

- оценка физического износа конструкций и инженерных систем (например, если планируется возобновление незавершённого строительства);
- определение состояния конструкций вследствие их залива или пожара;
- обследование конструкций на предмет последующей перепланировки здания, надстройки этажей, углубления подвальной части;
- при планируемом капитальном ремонте здания и сооружения;
- при реконструкции и модернизации здания и сооружения;
- для выявления причин деформаций стен, перекрытий колонн;
- при установлении причин появления сырости на стенах, промерзания и т.д.

Результатом технического обследования служит составление отчета с выводами и рекомендациями по дальнейшей эксплуатации объекта. В данной статье рассмотрим выполнение обследования производственного корпуса, представляющего собой двухэтажное прямоугольное в плане здание с размерами 12,0×24,0 метров; максимальная высота здания составляет 7,2 м. Конструктивная схема здания бескаркасная, каменный остов с продольными несущими стенами, выполнен по [2, 3, 4]. Общий вид здания представлен на рис. 1.



Рис. 1. Общий вид здания производственного корпуса

Фундаменты здания ленточного типа из сборных бетонных блоков типа ФБС и фундаментных плит типа ФЛ. Ширина фундаментных блоков наружных стен 600 мм, ширина фундаментных плит 1200 мм. Глубина заложения подошвы фундаментов располагается на отм. - 1,500 м. За отм. 0,000 м принят уровень чистого пола здания. Каменная кладка наружных стен здания выполнена из силикатного кирпича на цементно-песчаном растворе. Толщина наружных кирпичных стен здания составляет 510÷640 мм. Перегородки в здании выполнены

толщиной 120 мм. Перекрытие и покрытие здания выполнено из сборных железобетонных многопустотных плит толщиной 220 мм. Опирается на продольные несущие стены здания. Кровля здания - рулонная с наружным неорганизованным водостоком. Фактический общий состав кровельного покрытия, вскрытый на момент обследования, следующий: гидроизоляционный ковер 4 слоя общей толщиной 45 мм, стяжка толщиной 45 мм, утеплитель (шлак толщиной 210 мм), 1 слой пароизоляции. Полы здания бетонные. Покрытие полов - керамическая плитка. Освещение – естественное и искусственное. Полотна наружных и внутренних дверей – деревянные. Заполнение оконных проемов выполнено из деревянных оконных переплетов с одинарным остеклением. Перекрытия над оконными проемами железобетонные. Здание отапливаемое.

Категории технического состояния строительных конструкций здания определялись в соответствии с [5]. Оценка технического состояния строительных конструкций по внешним признакам выполнена по методике, изложенной в [6].

По результатам проведенного обследования установлено, что все дефекты и повреждения, обнаруженные в здании, в основном образовались в результате длительного срока эксплуатации и несвоевременного проведения планово-предупредительных ремонтов.

На основании результатов испытаний бетона, каменной кладки неразрушающим методом контроля прочности прибором «ИПС-МГ4.03» установлено, что класс бетона по прочности в железобетонных плитах перекрытия – В15, марка силикатного кирпича стен соответствует М75, марка цементно-песчаного раствора – М25.

Согласно проведенной оценке надежности строительных конструкций установлено, что существует необходимость в проведении капитального ремонта здания производственного корпуса. На основании обнаруженных дефектов и повреждений можно сделать вывод о том, что техническое состояние строительных конструкций, согласно [5] – ограниченно-работоспособное.

Описание и расположение дефектов и/или повреждений с оценкой технического состояния конструкций по внешним признакам приведены в таблице.

Таблица

Ведомость дефектов и повреждений

№ п/п	Положение дефекта и (или) повреждения	Наименование дефекта и (или) повреждения	Категория состояния конструкции	Возможные причины появления	Примечание
1	Карнизные участки наружных стен здания	Разрушение кирпичной кладки	Ограниченно-работоспособное состояние	Повреждение гидроизоляционного слоя кровли, замачивание стены	Рис. 2
2	Козырек входной группы здания	Разрушение бетона, оголение и коррозия арматуры	Ограниченно-работоспособное состояние	Повреждение гидроизоляционного слоя, замачивание конструкции	Рис. 3
3	Наружная торцевая стена здания	Вертикальные трещины в наружных стенах здания	Ограниченно-работоспособное состояние	Неравномерная осадка фундамента, динамические воздействия	Рис. 4
4	Внутренняя несущая стена здания	Вертикальные трещины в внутренних стенах здания	Ограниченно-работоспособное состояние	Неравномерная осадка фундамента, динамические воздействия	Рис. 5

Окончание таблицы

5	Кабельные лотки помещения распределительного устройства	Кабельные лотки затоплены	Ограниченно-работоспособное состояние	Грунтовые воды	Рис. 6
6	Внутренние системы здания	Система вентиляции и отопления неисправна	Ограниченно-работоспособное состояние	Длительный срок эксплуатации, несвоевременное проведение планово-предупредительных ремонтов	Рис. 7
7	Отмостка по периметру здания	Повреждение отмостки	Ограниченно-работоспособное состояние	Длительный срок эксплуатации, несвоевременное проведение планово-предупредительных ремонтов	Рис. 8



Рис. 2. Разрушение кирпичной кладки карнизных участков стен здания



Рис. 3. Разрушение бетона, оголение и коррозия арматуры козырька входной группы



**Рис. 4.** Вертикальные трещины шириной раскрытия до 3,0 мм в наружных стенах здания



**Рис. 5.** Вертикальные сквозные трещины шириной раскрытия до 3,0 мм во внутренней несущей стене здания



**Рис. 6.** Затоплены кабельные каналы в помещении распределительного устройства здания



**Рис. 7.** Система вентиляции и отопления неисправна



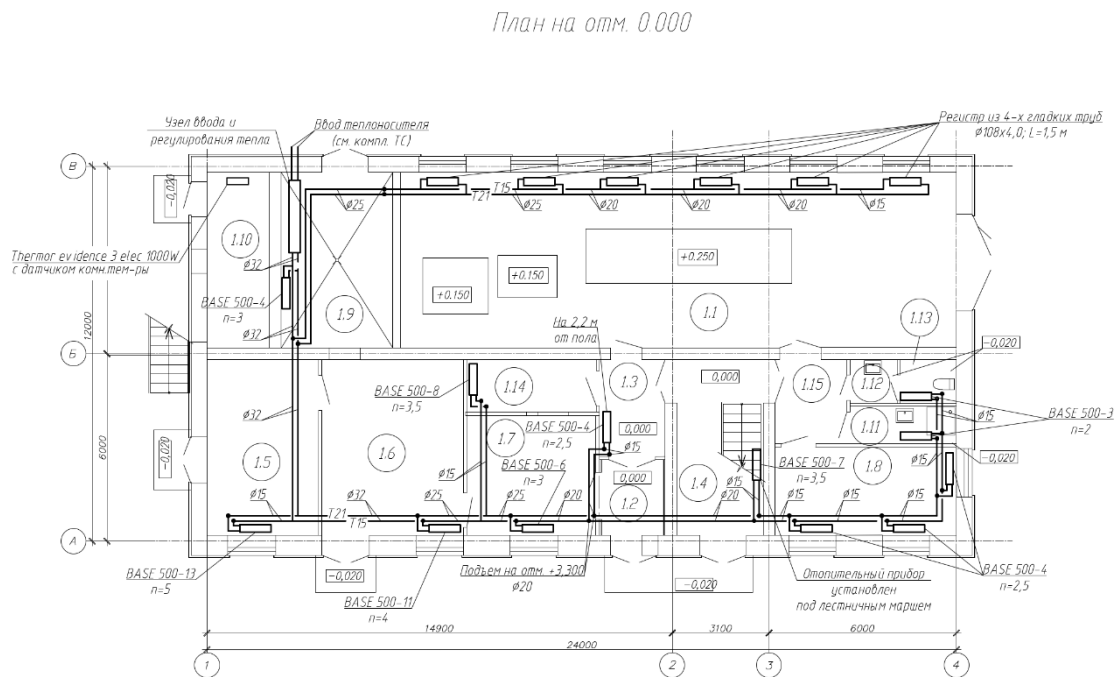
**Рис. 8.** Повреждение отстки по периметру здания

В результате проведенного обследования установлено, что строительные конструкции здания имеют дефекты и повреждения. Таким образом, с учетом таблицы и рис. 2-8 рекомендациями по дальнейшей эксплуатации строительных конструкций здания производственного корпуса могут быть следующие:

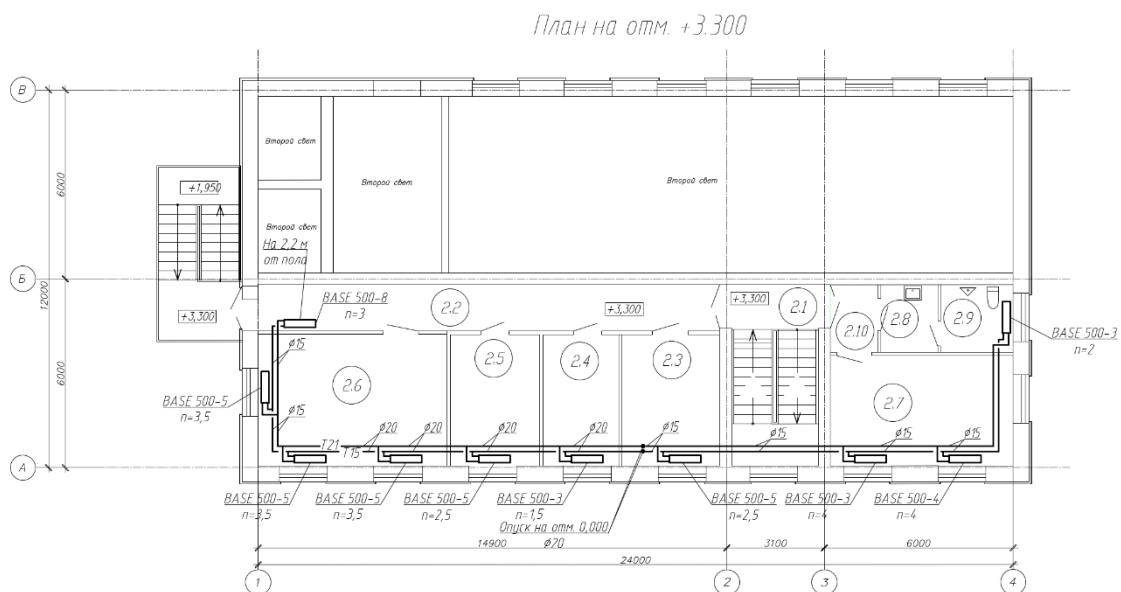
1. Разработать и реализовать проект замены кровли здания с использованием современных строительных материалов;
2. Переложить поврежденные карнизные участки каменной кладки здания;
3. Демонтировать существующий железобетонный козырек входной группы;
4. Разработать и реализовать проект усиления каменной кладки внутренней несущей стены, повреждённой сквозными трещинами;
5. Провести текущий ремонт внутренних помещений, а также фасадов здания, реализовав современный архитектурный облик здания;
6. Провести замену всех оконных переплетов, входных дверей и ворот здания;

7. Заменить инженерные системы: отопления, вентиляции, водоснабжения и водоотведения;
8. Исключить подтопление кабельных лотков в помещении распределительного устройства трансформаторной здания;
9. Выполнить отмостку по периметру здания.

На основании вышеизложенного был выполнен проект реконструкции систем отопления и вентиляции с использованием современных технологий и материалов, удовлетворяющим нормативным требованиям [7]. На рис. 9а, 9б, 10а, 10б приведены планы здания с расположением систем отопления и вентиляции.



**Рис. 9а.** Проект системы отопления здания



**Рис. 9б.** Проект системы отопления здания

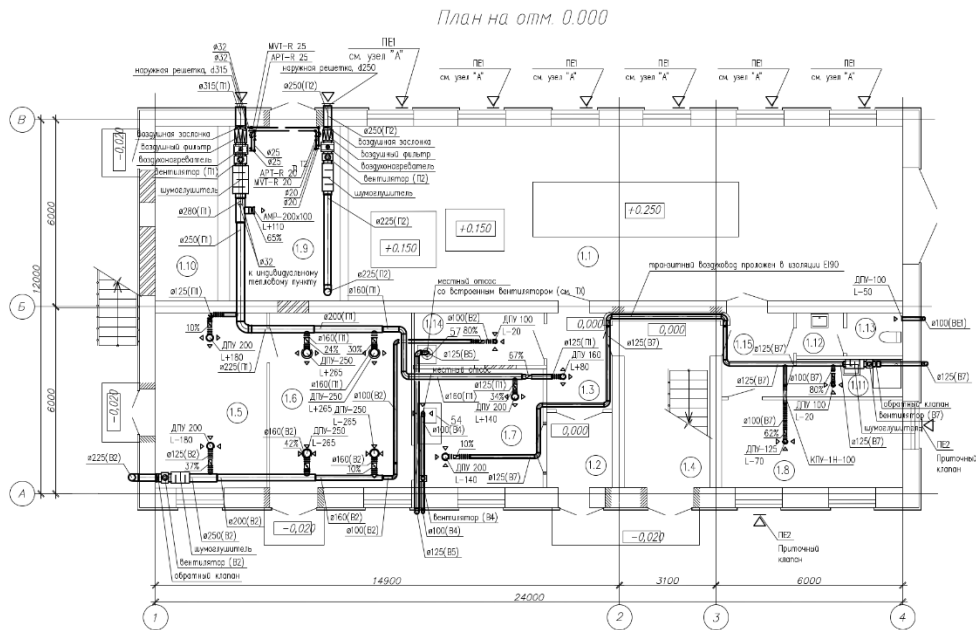


Рис. 10а. Проект системы вентиляции здания

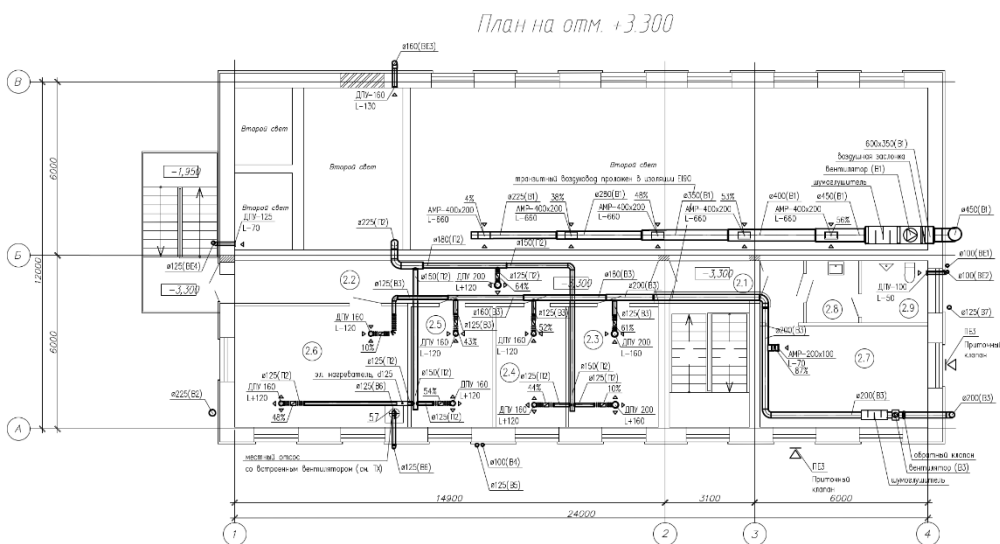


Рис. 10б. Проект системы вентиляции здания

В проектируемом здании предусматривается двухтрубная система отопления. В качестве отопительных приборов приняты биметаллические радиаторы фирмы «Rifar» в административных помещениях, а в производственных помещениях – регистры из гладких труб. На подводках к отопительным приборам в административных помещениях устанавливаются терморегуляторы фирмы «Ридан». Отопление помещения электрощитовой предусматривается с помощью электроконвекторов со встроенными терморегуляторами «Thermovidence 3 eles». Каждый нагревательный прибор оборудуется датчиком комнатной температуры и устройством защиты от перегрева. В качестве трубопроводов системы отопления используются стальные водогазопроводные и электросварные.

В проектируемом здании предусматривается приточно-вытяжная вентиляция с механическим и естественным побуждением движения воздуха. В зависимости от функционального назначения, параметров микроклимата и режима эксплуатации обслуживаемых помещений предусматриваются самостоятельные системы вентиляции. Воздухообмен в помещениях оп-

ределен исходя из нормативной кратности и санитарной нормы, а также по расчету на теплоизбытки в производственных помещениях. Подача и удаление воздуха осуществляется в верхней зоне помещений с помощью регулируемых решеток и приточных оконных клапанов. Проектируемое оборудование систем вентиляции отвечает требованиям обеспечения эксплуатационной надежности, энергосбережения, минимальным эксплуатационным затратам.

Описанные и представленные решения по системам отопления и вентиляции позволят существенно продлить срок службы здания в целом.

#### Библиографический список

1. ГОСТ 31937-2011 Здания и сооружения. Правила обследования и мониторинга технического состояния;
2. Серия ИИ-04-2 Сборные элементы зданий каркасной конструкции. Колонны. Рабочие чертежи;
3. Серия ИИ-04-3 Выпуск 3. Часть 1. Ригели связевого каркаса с сечением колонн 40x40 см. Опалубка и армирование. Рабочие чертежи;
4. Серия ИИ-04-4. Панели перекрытий железобетонные. Рабочие чертежи;
5. СП 47.13330.2012 Инженерные изыскания для строительства. Основные положения;
6. Рекомендации по оценке надежности строительных конструкций зданий и сооружений по внешним признакам. Москва, 2001 г.
7. СП 60.13330.2020 «СНиП 41-01-2003 Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха».

#### References

1. GOST 31937-2011 Buildings and structures. Rules for inspection and monitoring of technical condition;
2. Series ИИ-04-2 Prefabricated elements of buildings of frame structure. Columns. Working drawings;
3. Series ИИ-04-3 Issue 3. Part 1. Connected framework transoms with column cross-section 40x40 cm. Formwork and reinforcement. Working drawings;
4. Series ИИ-04-4. Reinforced Concrete Floor Panels. Working drawings;
5. SP 47.13330.2012 Engineering Surveying for Construction. General provisions;
6. Recommendations for assessing the reliability of building structures of buildings and structures by external signs. Moscow, 2001.
7. SP 60.13330.2020 “SNiP 41-01-2003 Heating, ventilation and air conditioning.”

# **БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ В ЭКОЛОГИЧЕСКИ НЕБЛАГОПРИЯТНЫХ УСЛОВИЯХ**

УДК 621.87

*Воронежский государственный  
технический университет  
Канд. техн. наук, доцент кафедры  
строительной техники и инженерной  
механики имени профессора Н.А. Ульянова  
Е.А. Тарасов*

*Канд. техн. наук, доцент кафедры  
строительной техники и инженерной  
механики имени профессора Н.А. Ульянова  
Д.Н. Дегтев*

*Канд. техн. наук, доцент кафедры  
строительной техники и инженерной  
механики имени профессора Н.А. Ульянова  
А.Н. Щиенко*

*Студенты гр. бПВ-211 А.Р. Макаровская,  
С.С. Подмарькова, Е.В. Степанова  
Россия, г. Воронеж, тел. +7(473) 2-77-01-29  
e-mail: stim@vgasu.vrn.ru*

*Voronezh State  
Technical University*

*Cand. of Tech. Science, Associate prof. of the  
chair of construction machinery and engi-  
neering mechanics of a name of professor  
N.A. Ulyanov E.A. Tarasov*

*Cand. of Tech. Science, Associate prof. of the  
chair of construction machinery and engi-  
neering mechanics of a name of professor  
N.A. Ulyanov D.N. Degtev*

*Cand. of Tech. Science, Associate prof. of the  
chair of construction machinery and engi-  
neering mechanics of a name of professor  
N.A. Ulyanov A.N. Shchienko*

*Students gr. bPV-211 A.R. Makarovskaya,  
S.S. Podmarkova, E.V. Stepanova  
Russia, Voronezh, tel. +7(473) 2-77-01-29  
e-mail: stim@vgasu.vrn.ru*

*Е.А. Тарасов, Д.Н. Дегтев, А.Н. Щиенко,  
А.Р. Макаровская, С.С. Подмарькова, Е.В. Степанова*

## **О ВЗАИМОСВЯЗИ МЕХАНИЗМА ДТП И ДОРОЖНОЙ ОБСТАНОВКИ**

Доказывается, что время и место осуществления действий со стороны следствия очень важны для установления верных сведений о компонентах концепции дорожно-транспортного преступления. Только проведя автомобильную экспертизу в 28% случаях можно решить вопрос скорости ТС, в 66,7% – функциональной возможности уйти от аварии. Сказано, что опрос свидетелей и участников аварии является необходимым фактором доказательств, а также отмечается, что очная ставка важна для исключения основных несоответствий в сведениях сторон аварии. Делается вывод, что отношения между сторонами движения на дороге (например, прохожий и водитель) трудны. Отсутствие понимания между ними часто провоцирует аварию и для решения этого вопроса необходимы автотехнические экспертизы.

**Ключевые слова:** механизм, ДТП, дорожная обстановка, автомобиль.

*Е.А. Tarasov, D.N. Degtev, A.N. Shchienko,  
A.R. Makarovskaya, S.S. Podmarkova, E.V. Stepanova*

## **ON THE RELATIONSHIP BETWEEN THE MECHANISM OF TRAFFIC CRIME AND THE TRAFFIC SITUATION**

It is proved that the time and place of the actions on the part of the investigation are very important for establishing correct information about the components of the concept of a traffic crime. Only after conducting an automotive examination in 28% of cases, it is possible to solve the issue of vehicle speed, in 66.7% – the func-

tional ability to get away from the accident. It is said that the interview of witnesses and participants in the accident is a necessary factor of evidence, and it is also noted that the confrontation is important to eliminate the main inconsistencies in the information of the parties to the accident. It is concluded that the relationship between the sides of traffic on the road (for example, a passerby and a driver) is difficult. The lack of understanding between them often provokes an accident and auto technical expertise is needed to resolve this issue.

**Keywords:** Mechanism, Road Accident, Road Situation, Car.

Автопроизводство в России сопровождается значительным увеличением числа автомобилей. Этот факт имеет положительные и отрицательные последствия.

Жители нашей страны надеются на скорейшее решение проблемы поведенческого фактора людей в движении, которая становится все более сложной. Эта проблему невозможно решить, прежде всего, без тщательного исследования всех сторон практики расследования несчастных случаев, которые сейчас происходят. Защита прав людей, пострадавших от преступлений на автомобилях, невозможна без применения криминалистических успехов, наличия у сотрудников ОВД всех необходимых методов для раскрытия преступлений этого вида, построенных на информационных шаблонах подобных дел [1].

Существует примерно 250 источников, вызывающих аварии. Основное место среди которых у обстановки на дороге, ее составляющие осуществляют влияние на становление, а также развитие алгоритма аварии. Мы солидарны с существующими в специальных литературных источниках формулировками условий на дороге. Думаем, что именно они составляет главную часть концепции ДТП, соответственно рекомендуем считать под обстановкой на дороге комплекс условий, устройство и особенности движения, ТС, действия сторон движения на дороге, деятельность которых на месте аварии взаимна. Характеристику условий на дороге можно дать только исходя из функциональной позиции, воспользовавшись специальными понятиями. При раскрытии данного вида правонарушений нужно определить условия, которые касаются инженерных, а также других функциональных вопросов, зачастую взаимосвязанных с несоответствующим выполнением некоторыми лицами служебного долга.

Основной частью обстановки на дороге является движение - это комплекс отношений, которые появляются вследствие движения людей и товара по дорогам при помощи автомобилей или не используя их. Каждое из преступлений обладает определенной совокупностью признаков, но также есть и сходства. Самым схожим признаком аварий является их наступление, которому всегда помогает движение автомобилей. Поэтому обоснования, присущие аварии, в наибольшей мере зависят от свойств движения на дороге и частей, которые составляют данный процесс [2].

Основой для материального движения по дороге являются механические автомобили. Так как их управление зависит от человека, окончательной стадией движения является поведение водителей, прохожих, попутчиков.

Водитель П., находящийся за рулем автомобиля ВАЗ-31093 проезжая на перекрестке, на котором в тот момент был запрещающий цвет светофора, столкнулся с автомобилем ВАЗ-21099, за рулем которого находился Т., который следовал по разрешающему цвету светофора. Вследствие этого они получили травмы средней тяжести. Водители доказывали, что цвет светофора был разрешающим. Во время проведения следственного эксперимента исключить разногласия не получилось. Следовательно, проведя еще один осмотр и очную ставку, установил насыщенность движения и определил, что поток автомобилей, проезжая светофор при входе, непременно тормозит перед светофором на выходе, который допустимо проехать при условии зеленого мигающего цвета светофора. Так, было определено, что П. ехал по перекрестку непосредственно при мигающем сигнале, после которого зажегся запрещающий цвет. Вследствие чего П. инкриминировали совершение правонарушения, предусмотренного частью 1 статьи 264 Уголовного кодекса.

Актуальным элементом обстановки на дороге является ширина полосы – это предельно допустимое число автомобилей, которое способно ехать по полосе с определенной скоростью по одной траектории, за заданный отрезок времени.

Также важной составляющей обстановки на дороге считается ее обустройство. К нему относят:

- функциональные средства для организации движения на дороге (бордюры, дорожные указатели, дорожную разметку, устройства для направления, освещение, регулировщики, светофоры);

- зеленые насаждения, архитектурные композиции.

Функция и значительность вышеперечисленных составляющих сказывается в каждом конкретном правонарушении. К примеру, ограждение помогает помешать заносу ТС с боку, но оно же может быть виновником опрокидывания машины. Устранив высокие ограждения и пользуясь ровными кюветами, разработчики автомобильных дорог невольно становятся помощниками для наступления опасных условий. К примеру, используя плоские кюветы, туда едут трактора с проселочных дорог, а также другие ТС, с их колес на асфальте остается грязь, которая провоцирует занос транспортного средства, едущего на высокой скорости. Выезды в непредназначенных для этого местах часто способствуют столкновению автомобилей. Уголовные преступления, которые мы изучили, указывают, что в таких ситуациях на дороге водителю при передвижении по оборудованной пологими кюветами дороге, нужно особо внимательно наблюдать за отводом. Так как откуда внезапно может выехать автомобиль другого водителя, не думающего о собственной защите.

Расстановка указателей на дороге иногда не соответствует безопасному передвижению. Поставленные на участках строительных действий знаки заставляют водителя неожиданно тормозить, применяя определенные навыки на небольших отрезках дороги, образуя опасные условия [3].

При раскрытии аварии анализируется ряд взаимосвязанных стадий, каждая из них может быть обусловлена несколькими различными факторами. Помимо поведения сторон дорожного движения, факторами правонарушения являются функциональные причины, которые не зависят от желания водителя и примененных методов управления. В некоторых случаях функциональные причины способны изменить способ передвижения автомобиля и психически повлиять на водителя и его восприятие обстановки. Мастерство следователя проявляется так, чтобы при любой стадии различать личностные и реальные факторы и определять причины, возникающие по воле водителя; выявлять функциональные причины, способные изменить траекторию и скорость автомобиля.

В случае нарушения водителем автомобиля правил дорожного движения компоненты обстановки на дороге могут спровоцировать занос и аварию с серьезным исходом. Так, Б. двигаясь на транспортном средстве Москвич, перед поворотом (поле его зрения было ограничено кустами), выехал с дороги и врезался в дерево, это привело к гибели 2 человек. На первом допросе Б. сказал, что перед поворотом, ему навстречу выехал грузовик, двигаясь той же полосе, поэтому Б. вынужден был неожиданно затормозить, что и послужило причиной заноса.

Были выдвинуты и проанализированы все имеющиеся версии поводов аварии: плохое состояние полотна дороги; повреждения транспортного средства; поступки шофера грузовика, спровоцировавшего аварийное положение; неверное поведение Б.

В ходе следствия выявлено, что у первых 3 из вышеперечисленных версий не нашлось подтверждения. Улики, полученные в ходе следствия, помогли разоблачить Б. Он согласился с тем, что виновен, сказав, что не смог взять под контроль транспортное средство, набрал большую скорость, отсутствовал встречный грузовик, сказал о нем, чтобы уйти от ответственности.

На практике же, проводя следствие по авариям, инспектор должен убедиться в том, что отрезок дороги, на котором случилась авария, идентичен техническим стандартам. К факторам получения информации о дорожных и структурных компонентах, смене плотности дви-

жения в прошедшие периоды относятся: паспорт, а также производственные материалы, которые находятся в дорожных архивах, отчетные документы проектных предприятий, осуществляющих строительство и восстановление дороги, участки дорожного обслуживания.

Таким образом, паспорт формирует данные про дорогу, предоставляет информацию об ее истории, изменениях плана, а также горизонтального вида, развитиях конструирования полотна дороги. Информация, собранная по данным паспорта, подтверждается посредством проведения расследования, к примеру, в ходе исследования места аварии.

Наблюдается, что плохие условия на дороге непосредственно вызвали аварию (15,4%), бордюры имеются на 35% опасных дорожных отрезков, у не имеют разметки (85%) дорог. Большим числом аварий, как отмечают специализированные источники, отличаются в основном дорожные отрезки:

а) там, где скорость снижается резко, главным образом из-за плохой видимости, а также стабильности движения. Благодаря высокой напряженности и скорости случаются столкновения с идущими автомобилями впереди и вылеты с дороги. У таких отрезков обычно низкая ширина полос;

б) там, где ни один дорожный компонент не имеет соответствия скорости, сопровождающейся другими компонентами (скользкая поверхность, неширокий мост в удлиненном горизонтальном пространстве, короткая кривая радиуса в заключение длинного спуска, скользкие края дороги и другие). Часто бывает, что машины переворачиваются на дороге или съезжают с нее;

в) в местах, в которых вследствие природных условий, а также на самой дороге отсутствует соответствие скоростей (низкое полотно земли в местах ледяного покрытия, на трассах, пролегающих вдоль гор или вблизи объектов промышленности);

г) там, где допустимы скорости, выше положенной (долгие спуски, ровные отрезки на открытых местах);

д) в тех местах, когда ориентация водителя в траектории движения теряется или имеется неверное суждение о трассе;

е) в местах слияния и пересечения транспорта на дорожных перекрестках, слияниях, съездах, переходных полосах;

ж) пролегающие через небольшие поселения, остановки транспорта, зоны отдыха. Там неожиданно могут возникнуть прохожие и автомобили;

з) там, где монотонный вид, профиль помогают потере контроля над скоростью, порождают усталость с сонливостью.

Проведенный анализ демонстрирует, что в Воронеже произошли несчастные случаи или имеются благоприятные для этого возможности по нижеперечисленным причинам: вмятины, трещины, неровности, а также иные дефекты дорожного покрытия (5%); пониженные условия сцепления дорожного покрытия с автомобилем (8,1%); плохое состояние боковых сторон дороги (1,7%); неудовлетворительный обзор светофоров, указателей на дороге, разметки (4,5%); недостаток указателей на дороге в тех местах, в которых компоненты обстановки на дороге противоречат некоторым характеристикам движения (1,3%); отсутствие дорожной разметки, неудовлетворительный обзор (4,6%); в местах повышенной опасности нет тротуаров, бордюров (7%); переломы профиля дорожного покрытия, низкая видимость (2,8%); неудовлетворительное освещение, местами – абсолютное отсутствие (3,6%); ограниченная ширина дороги, ее сужение (3,9%); нехватка ограничений (0,9%); неверное использование дорожных указателей (1,7%); несоответствие требованиям к оборудованию и использованию ж/д переездов (0,4%).

Ввиду отсутствия специалистов в области организации движения на дороге в 62% отделов ГИБДД невозможно достать правдивую информацию о значении дорожного компонента при аварии и таким способом определить текущие причины большого процента ДТП в регионе.

Для решения этой проблемы рекомендуется, чтобы все отделы ГИБДД ввели в свой состав специалистов по регулированию движения на дороге. Данных сотрудников (одновременно с ис-

полнением своих непосредственных обязанностей по организации безопасности движения на дороге) можно привлечь к следственным группам по местам аварий и в будущем в роли специалистов могут быть задействованы в производстве следственных мероприятий.

Движение на мостах во время ночных морозов имеет несколько добавочных характеристик, обусловленных разным временем охлаждения дороги. Если после жаркого дня дорога не сможет охладиться за ночь, мосты замерзнут, и на них появится лед.

К примеру, весной на рассвете за пределами села водитель Б. на автомобиле ГАЗ-31029, двигаясь на скорости около 70 км/ч, при заезде на мост выехал на отрезок дороги покрытый льдом и сверху пылью, по оттенку идентичный с цвету покрытия на дороге. Вследствие скольжения автомобиль вынесло на «встречку», где он произвел столкновение с автомобилем М-412, за рулем которого находился водитель С. Когда начали осмотр, ото льда осталось только сырое пятно. Для анализа специалист-автотехник применил коэффициент сцепления, который использовался для сухой дороги, так как следователь не указал в деле присутствие льда. В результате, проявив профессиональные качества, автотехник отметил, что не исключен занос автомобиля, если его колеса попадут на гололед, который не был обнаружен водителем.

Главными типами аварий при крутых съездах и подъемах в основном считаются: опрокидывание по причине выхода с полотна автомобиля, едущего на съезде, или соприкосновение с другим автомобилем, идущим вверх на обгон; опрокидывание и контакт автомобилей в результате превышения скорости при длительных спусках; соприкосновение с встречным автомобилем при обгоне или объезде грузовиков, которые в подъем уменьшают скорость. Наш анализ доказал, что аварийные ситуации во время движения на склоне вдвое чаще, чем аварийные ситуации в подъеме, что соответствует специальным источникам. Повышенная опасность передвижения вниз возникает из-за увеличения тормозного расстояния в условиях вынужденного резкого торможения и неисправности тормозов.

При расследовании аварий нужно определить коэффициент сцепления, давно обсуждаемый в специализированных источниках. При следствии по одному и тому же инциденту можно брать разные показатели этого соотношения. Сцепление шин транспортного средства обочины не является идентичным сцеплению с асфальтом. К примеру, если колеса ТС справа после дорожного покрытия оказываются на песчаном или шлаковом крае дороги, может произойти занос из-за различной сцепки колес справа и слева. Занос ТС обеспечен, если обочины обложены грязью.

Коэффициент сцепления - соотношение скольжения и трения. Скорость значительно влияет на соприкосновение колес и покрытия дороги. Чем больше скорость, тем дольше длится разрушение данного соприкосновения. На соотношение сцепления оказывают влияние раскачивание подвески, а также упругость шин. Изрезанное дорожное покрытие обычно осуществляется за счет ухудшения технологий, что приводит к раннему выбиванию щебня. Размягчение битума на солнце, что значительно снижает коэффициент сцепления.

Принимая во внимание коэффициент трения, нужно подробно рассмотреть износ поверхности дороги и автомобильных шин. В различных покрытиях твердые части, находящиеся сверху, осуществляют неровность данного покрытия.

Во время столкновения колеса прижимаются к протектору шины. Отрезки посередине шины и выбивающихся элементов предназначены для декомпрессии лишней влаги. В результате износа неровность покрытия снижается, поэтому снижается и соприкосновение с колесами. Во время увлажнения или грязи в зазорах на покрытии на выступах неровности заполняют пыль и вода, что снижает глубину попадания выступов непосредственно в саму резину. Влага пропитывает площадь контакта шины с обшивкой и работает смазкой, отделяющей покрытие и шину, что приводит к отсутствию устойчивости ТС.

Из-за недостатка времени соприкосновения с покрытием коэффициент сцепления снижается на больших скоростях по причине отсутствия полной деформации шины. При слишком большом износе влажного покрытия или низкой глубине рисунка и разрушении частей протектора при накоплении воды между шиной и покрытием в первоначальной части зоны

контакта может возникнуть аквапланирование (иначе говоря, скольжение). Внутри шины возникает водяной клин, провоцирующий силу подъема, которая уменьшает давление колеса по отношению к дорожному покрытию, и автомобиль теряет управление.

Дождь очень своеобразно влияет на видимость в ночное время. Как показывает опыт, что часто водитель, не берущий во внимание этот момент, игнорирует правила движения на дороге и попадает в ДТП.

Водитель М., находившийся за рулем машины ВАЗ-2106 на скорости 60 км/ч в темное время суток в дождь потерял управление, сбившись на повороте из-за того, что вода оказалась на стекле автомобиля. Вследствие чего он врезался в электрическую опору, в результате этого пассажир Б. получил травмы.

Проведя анализ, мы выявили, что при осмотре места аварии в каждой аварийной ситуации коэффициент сцепления должен быть экспериментально найден прямо на месте аварии.

Когда коэффициент сцепления сохраняется в диапазоне от 0,35 до 0,45, то скорость автомобиля свыше 50 км/ч не допустима, в диапазоне от 0,25 до 0,35 скорость автомобиля свыше 40 км/ч не допустима, в условиях образования ледяной корки скорость не может быть выше 20 км/ч. Однако, в протоколе исследования аварии отмечается, что ледовое состояние дороги не может быть зафиксировано, когда при обледенении колеса автомобиля соскользнули там, где двигались должным образом, и этого скольжения не было видно.

Для более верного применения коэффициента сцепления при проведении расследования рекомендуется подробно объяснить состояние снежного покрова на покрытии дороги. Для характеристики покрытия можно использовать такие варианты: закатанный снег, покрытый льдом снег, ледяная корка (не лед), есть ли на покрытии песок другие.

Время – один из основных компонентов при аварии. Проведенный анализ выявил, что время возникновения аварии напрямую влияет на концепцию дорожно-транспортных преступлений.

Попадание в аварию осенью и зимой с большей вероятностью приведет к более серьезным последствиям, чем весной и летом. Это, на наш взгляд, связано с увеличением потока грузового транспорта, приспособлением водителей к меняющимся условиям на дороге. Число аварий и пострадавших растет летом, когда увеличивается сила движения на дороге, так как появляется множество легковых транспортных средств.

Мы также проанализировали развитие аварий в течение дня. В основном они происходят днем, с самым высоким периодом между 16:00 и 19:00, когда плотность движения и число прохожих значительно возрастают.

Ночью происходит до 50% всех аварий, хотя плотность движения в это время уменьшается в 8-10 раз. Ночью признаки, используемые водителем в дневное время, меняются и становятся невидимыми или обманчивыми. Самыми опасными местами в ночное время, помимо жилых массивов и зон отдыха, становятся перекрестки автомобильных дорог, ж/д переезды, автобусные остановки, мосты, переходы через дорогу.

В специализированных литературных источниках устоялась система расследования дел об авариях с учетом разницы между очертаниями и обзором. Под очертаниями определяется способность различать условия движения на основе погодных данных, момента суток, естественной и искусственной освещенности. Также различают контурную видимость - это промежуток, на котором видно очертание предмета, но не видны их детали, и контрастный вид, при котором отчетливо видны детали объекта, их оформление и цвет. Подобные данные устанавливаются экспериментальным путем на месте аварии. Обзор относится к способности фиксировать дорожные условия с водительского места с учетом конструкции и характеристик внешней среды и автомобиля.

В 2017 году, в конце декабря во второй половине дня на автодороге водитель Ш. ТС Volkswagen с 3 попутчиками, ехал под уклон на скорости около 70 км/ч. Вследствие заноса он вырулил на встречную полосу и столкнулся с автомобилем КАМАЗ-5410, которым управлял П. Все люди, находившиеся в Volkswagenе, погибли. Авария произошла на заснеженной

дороге, водитель Ш. не сбавил скорость, а водитель П. не смог избежать контакта с начала происхождения опасной ситуации.

В работе следователей и экспертов присутствуют определения - видимость в ночное и дневное время, видимость на плоских кривых, видимость на изломах горизонтальных профилей. На обзорность влияет состояние климата, она определяется состоянием переднего стекла, зрением шофера, освещением и работой аккумулятора. Видимость характеризуется одним значением в произвольных условиях и абсолютно другим при плотном движении.

На наш взгляд, применяемое в рабочих правилах движения на дороге определение «неполная видимость» не допускает разграничения между очертаниями и обзором. При раскрытии отдельных преступных действий, осуществляемых в ситуациях с плохой видимостью, нужно прояснить, были ли помехи, уменьшающие обзор («обзорность»), и какими были ситуации с плохой видимостью [4]. Оба определения считаются объективными критериями расчета допускаемой скорости, так как значение полного тормозного пути автомобиля недопустимо выше величины обзорного расстояния. Полагаем, что в случае доказательства версии о том, что скорость водителя была выше допустимой, следует поставить вопрос о наказании уголовным путем, так как его поведение при управлении автомобилем создало аварийную ситуацию с гибелью людей.

Согласно нашему анализу, в 3,2% фактов следователи не обращали внимания на то, учитывалась ли длина видимости в тех ситуациях на дороге, когда следователем решил осуществить техническую экспертизу. Автоспециалисты не всегда пользуются собственными правами, допустимыми статьей 191 Уголовного кодекса, в которой сказано, что данное обстоятельство является важным фактом по делу [5].

Водитель ТС ВАЗ-2106 зимней ночью с включенными фарами на скорости 60 км/ч на смерть сбил прохожего, идущего в том же направлении. Экспериментальным путем определяется видимое расстояние прохожего и его скорость. Следователи задали три вопроса для проверки и решения: оценка скорости автомобиля на основе оставленных тормозных следов; была ли у водителя функциональная возможность предотвратить аварию при данной скорости; какие фары обходимо было включить водителю.

Эксперт-автотехник установил, что когда началось торможение, скорость ТС составляла 50,8 км / ч; у водителя не было функциональной возможности, чтобы уклониться от столкновения с прохожим; в темноте правила движения на дороге в таких случаях не урегулировано - с какими фарами должны передвигаться автомобили. Однако вопрос о соотношении подобранной скорости и видимости на дороге не рассматривался, не были рассмотрены варианты о функциональной возможности шофера избежать столкновения, беря во внимание скорость движения, обуславливающую безопасность в данном случае.

Поскольку условия, определяющие видимость, быстро меняются, мы считаем, что при осмотре места аварии необходимо провести экспериментальные измерения видимости. Это дает необходимые условия для установления правильных результатов при проведении последующего осмотра автотранспортных средств, при котором необходимо учитывать видимость траектории движения.

Недостаточные условия видимости возникают не только в темноте, но и в светлое время, например, при прохождении светофора, запрещающий сигнал которого кажется незаметным, создается ощущение разрешающего сигнала, когда солнечные лучи отражаются в линзе с определенной стороны. При переходе от яркого света к темному, глаза водителя не могут адаптироваться к изменению яркости, и на какое-то время он почти не различает детали обстановки на дороге.

Обстановка на дороге включает в себя, в частности, состояние автомобилей, в которых состояние тормозов и управления рулем имеет свою специфику. В целях раскрытия правонарушения очень важна правильная диагностика функционального состояния автомобиля, частного к аварии. Поэтому правила движения на дороге запрещают работу автомобилей в

случае определенных нарушений тормозной системы. Этот фактор можно установить во время экспериментальной проверки. При обследовании автобуса, совершившего наезд на прохожего, было определено, что его система торможения не выполняла свои функции в полном объеме, так как в приводе компрессора вместо двух ремней был один, но не растягивался в соответствии с функциональными требованиями. Для установления скорости проводятся экспериментальные проверки, они также помогают установить длину тормозного расстояния, размер зазора рулевого колеса, надлежащее состояние осветительных приборов и т.д.

Когда требуется экспериментальная проверка отдельных узлов и установок транспортного средства, или автомобиля полностью, следователь должен соблюдать следующее:

- при первом осмотре автомобиля на месте правонарушения проводится комплекс работ по определению функционального состояния агрегатов и оборудования. В процессе первоначального расследования некоторые исследования проводятся позднее;

- после аварии автомобиль должен быть изолирован, а посторонние люди не допускаются до того времени, пока следователи не дадут понять, что в дополнительном осмотре автомобиля отсутствует необходимость.

Наша работа доказывает, что количество аварий из-за использования функционально неисправных автомобилей невелико (3,8%). Но, согласно проведенного анализа, в наши дни все чаще случаются аварии, основной причиной которых являются повреждения автомобильных шин (3,3% проанализированных случаев). В данной ситуации для установления причины в уголовных процессах проводились экспертизы, задачей которых было установление причин повреждения колес и шин автомобиля и наличие причинно-следственной связи между повреждениями и аварией. На наш взгляд, такой подход не совсем корректен, так как не помогает полностью воспроизвести алгоритм ДТП с начала опасности, и на основании этого верно оценить поведение водителя. В специальных литературных источниках указано, что из-за смены давления в шине вследствие прокола площадь ее взаимодействия с дорогой становится больше, поэтому увеличивается сопротивление катящегося колеса, и ТС поворачивает с повреждением центра колеса, аналогично к заносу [6]. Водителю в данной ситуации предписывается плавно тормозить, удерживая руль, так как если резко затормозить, вследствие сил инерции, занос увеличится.

Опыт показал, что водители забывают о важном принципе - технике вождения.

Водитель Т. резко затормозил при повреждении левого колеса, в результате чего он выехал на встречную полосу и столкнулся с автомобилем Audi 80, которым управлял Д. В данной ситуации нужно проанализировать два варианта: являлось ли столкновение следствием ошибочного поведения Т. при управлении неисправным автомобилем, и являлся ли следствием контакта ТС разрыв шины; не было ли поведение Т. ошибочным в управлении автомобилем после дорожно-транспортной опасности, выезд на встречную полосу и контакта ТС, повлекшее за собой повреждение колеса.

По этой причине следователь при назначении осмотра автомобиля должен задать вопрос, верно ли с технической точки зрения водителя, ведет себя водитель Т. с начала опасности на дороге (повреждение левого колеса) и какого поведения ему нужно было придерживаться. Однако он ограничился вопросами о скорости снижения поврежденного давления. Но вместо этого он поставил вопросы, с какой скоростью снижалось давление в колесе, наличии причинно-следственной связи между поврежденным колесом и аварией, многих подобных вопросов и функциональной оценкой поведения водителя встречного ТС Д.

Мы считаем, что функциональная неисправность автомобиля редко является главной причиной ДТП, и роль водителя автомобиля должна действовать в цепи взаимосвязанных частей, формирующих конкретный алгоритм аварии.

Источниками данных в комплексе «водитель-автомобиль-дорога-среда» служат дорога, ее устройство, проезжающие и встречные автомобили, объекты пространства на дороге, технические возможности автомобиля. Другими словами, обстановка на дороге используется в

качестве источника сведений, и водитель должен установить необходимое соотношение дороги и автомобиля. Сведения даются водителю, обрабатывающему и формирующему управляющие воздействия. Пока не создано достоверного предположения, модели, определяющей, какие действия произойдут на дороге с течением некоторого времени. Причиной этого является влияние многих субъективных и объективных источников: действия водителя и состояние полосы движения; функциональные возможности узлов и составляющих ТС; временное воздействие на движение автомобиля; влияние природных сил и другие. В современных условиях никому не под силу просчитать вероятность аварии. Существующие и текущая работы лишь частично помогают решить проблему прогнозирования эволюции условий движения от приемлемых к опасным, а затем и наступлению противозаконных результатов.

На основании проведенных выше исследований можно сделать следующие выводы:

- время и место осуществления действий со стороны следствия очень важны для установления верных сведений о компонентах концепции ДТП. Только проведя автомобильную экспертизу в 28% случаях можно решить вопрос скорости ТС, в 66,7% — функциональной возможности уйти от аварии. В 20% случаев специалисты делают в адрес следователя запрос о вспомогательной информации, нужной для проведения исследования. Предлагается осуществление допросов, экспериментов со стороны следствия, проведение автотехнических, а также других исследований прямо в месте аварии, после того, как она произошла;

- опрос свидетелей и участников аварии является необходимым фактором доказательств. В силу объективных и субъективных источников сведения данных людей иногда неверны. В 27 процентах ситуаций водитель, попавший в аварию, виделся с пострадавшими и убеждал их лжесвидетельствовать. Такие сведения требуется уточнить при осуществлении иных следственных мероприятий, в основном очных ставок и экспериментов со стороны следствия;

- очная ставка важна для исключения основных несоответствий в сведениях сторон аварии. Но она осуществляется примерно в 9% исследованных случаев, где данная стратегия действий со стороны следствия криминалистики еще не до конца отработана, для чего необходимо вспомогательное изучение;

- отношения между сторонами движения на дороге (например, прохожий и водитель) трудны. Отсутствие понимания между ними часто провоцирует аварию. Для решения этого вопроса необходимы вспомогательные экспертизы. Чтобы установить скорость движения прохожего требуется осуществить эксперимент со стороны следствия;

- коэффициент трения - необходимая функциональная характеристика, определяющая соприкосновение шины ТС и дороги, но ее фактическое значение на месте аварии устанавливается всего в 2% происшествий. Его рекомендуется находить при помощи осуществления эксперимента со стороны следствия.

#### Библиографический список

1. Старостин С.А. Проблемы правового регулирования в сфере предупреждения преступности // Российский следователь. - 2004. - № 8. - С. 33.
2. Далинин А.В. Криминологический анализ и предупреждение дорожно-транспортных преступлений (по материалам Центрального федерального округа): Дис. ... канд. юрид. наук. СПб. 2006. - С. 78-79.
3. Федеральный закон "О безопасности дорожного движения" от 10 декабря 1995 г. № 169 с изм. и доп. // СЗ РФ. 1995. № 50. Ст. 4873; 1999. № 10. Ст. 1158; 2002. № 18. Ст. 1721; 2003. № 2. Ст. 167; 2004. № 35. Ст. 3607.
4. Устинов В.С. Концепция закона о профилактике преступлений // Реагирование на преступность: концепции, закон, практика. - М.: Российская криминологическая ассоциация, 2002. - С. 84.

5. Тарасов Е.А. Роль комплексной экспертизы при расследовании дорожно-транспортных преступлений / Е.А. Тарасов, Д.Н. Дегтев, Е.В. Тарасова // Вестник Академии Права и управления. - 2022. - № 3 (68). - С. 48-51.

6. Чих Н.В. Механизм дорожно-транспортного преступления и его установление на предварительном следствии : диссертация ... кандидата юридических наук : 12.00.09. - Нижний Новгород, 1999. - 202 с.

#### References

1. Starostin S.A. Problems of legal regulation in the field of crime prevention // Russian investigator. - 2004. - No. 8. - P. 33.

2. Dalinin A.V. Criminological analysis and prevention of road traffic crimes (based on materials from the Central Federal District): Dis. ...cand. legal Sci. SPb. 2006. - pp. 78-79.

3. Federal Law "On Road Safety" dated December 10, 1995 No. 169 as amended. and additional // NW RF. 1995. No. 50. Art. 4873; 1999. No. 10. Art. 1158; 2002. No. 18. Art. 1721; 2003. No. 2. Art. 167; 2004. No. 35. Art. 3607.

4. Ustinov B.S. Concept of the crime prevention law // Response to crime: concepts, law, practice. - M.: Russian Criminological Association, 2002. - P. 84.

5. Tarasov E.A. The role of comprehensive examination in the investigation of road traffic crimes / E.A. Tarasov, D.N. Degtev, E.V. Tarasova // Bulletin of the Academy of Law and Management. - 2022. - No. 3 (68). - P. 48-51.

6. Chikh N.V. The mechanism of a traffic crime and its establishment during the preliminary investigation: dissertation... Candidate of Legal Sciences: 12.00.09. - Nizhny Novgorod, 1999. - 202 p.

*Воронежский государственный  
технический университет  
Д-р техн. наук, проф. кафедры строитель-  
ной техники и инженерной механики им.  
профессора Н.А. Ульянова Ю.Ф. Устинов  
Старший преподаватель кафедры строи-  
тельной техники и инженерной механики им.  
профессора Н.А. Ульянова А.В. Ульянов  
Студенты дорожно-транспортного  
факультета: И.О. Овчинников,  
М.И. Сметанин, С.В. Цыплаков;  
Россия, Воронеж, тел. +7(473) 271-59-18  
E-mail: ustinov@vgasu.vrn.ru*

*Voronezh State  
Technical University  
Dr. Sci. Tech., prof. of the chair of construction  
machinery and engineering mechanics of a  
name of professor N.A. Ulyanov Yu.F. Ustinov  
Senior Lecturer of the chair of construction ma-  
chinery and engineering mechanics of a name of  
professor N.A. Ulyanov A.V. Ulyanov  
Students of the Road and Transport Faculty  
I.O. Ovchinnikov, M.I. Smetanin,  
S.V. Ciplakov;  
Russia, Voronezh, tel. +7(473) 271-59-18  
E-mail: ustinov@vgasu.vrn.ru*

Ю.Ф. Устинов, А.В. Ульянов, И.О. Овчинников, М.И. Сметанин, С.В. Цыплаков

### **СНИЖЕНИЕ НЕГАТИВНОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ ВИБРАЦИИ И ШУМА НА СИСТЕМУ ЧЕЛОВЕК-МАШИНА-СРЕДА**

Изложены основные характеристики сил, возникающих при взаимодействии сопрягаемых деталей в различных механизмах, являющихся источниками виброакустической энергии. Снижая амплитуду, время и частоту переменных движущих сил и сил сопротивления, трения, упругости, импульсных и ударных сил, можно уменьшить вибрацию и шум машин.

**Ключевые слова:** вибрация, шум, виброакустическая энергия, движущие силы, импульсные силы, силы сопротивления, трение, упругость.

Yu.F. Ustinov, A.V. Ulyanov, I.O. Ovchinnikov, M.I. Smetanin, S.V. Ciplakov

### **REDUCING THE NEGATIVE IMPACT OF VIBRATION AND NOISE ON THE MAN-MACHINE-ENVIRONMENT SYSTEM**

The main characteristics of the forces arising during the interaction of mating parts in various mechanisms that are sources of vibroacoustic energy are outlined. By reducing the amplitude, time and frequency of variable driving forces and forces of resistance, friction, elasticity, impulse and impact forces, vibration and noise of machines can be reduced.

**Keywords:** vibration, noise, vibroacoustic energy, driving forces, impulse forces, resistance forces, friction, elasticity.

Вибрационная энергия используется во многих областях строительства, промышленности, транспортно-технологических работах и других. Существуют вибрационные транспортеры для перемещения сыпучих тел, вибраторы для погружения свай, специальные катки и вибраторы для уплотнения грунта, основания, фундаментов, уложенного бетона, вибрационные грохоты для просеивания различных материалов и т.д. Но вибрация и излучаемый ею

шум постоянно возникают и там, где они мешают правильной работе машин, неприятны для людей и даже опасны, так как могут вызвать различные заболевания человека и повреждения машин или конструкций. Примеры таких виброакустических процессов каждый специалист наблюдал в своей области: колебания клапанных пружин, нарушающие моменты газораспределения в двигателе; шум двигателя, дрожание пола и дребезжание оконных стекол вследствие работы двигателя неподалеку от здания; тряска на сидении транспортно-технологических машин при движении по дороге. Нередко эти быстропеременные процессы становятся разрушительными: от крутильных колебаний ломаются валы, сильные колебания разрушают клапанные пружины, в стенах зданий от распространяющихся через грунт сотрясений образуются трещины, повышенный шум в кабинах машин и других помещениях негативно сказывается на здоровье людей.

Открывая в 1974г. II Всероссийский симпозиум, посвященный влиянию вибрации на организм человека и проблемам виброзащиты, академик А.А. Благонравов отметил, что чем более совершенными становятся технические средства, с помощью которых человек всё полнее и многообразнее использует силы и явления природы, тем всё более острыми становятся вопросы, порожденные неизбежным появлением отрицательных сторон влияния технических средств на природу и человека.

В процессе создания новых и совершенствования существующих машин используются всё новые достижения науки, что кардинально изменяет свойства машин, повышает и интенсифицирует их характеристики.

Процесс в создании новых видов техники с форсифицированными рабочими параметрами по скорости, мощности, нагрузкам неизбежно приводит к росту интенсивности вибрационных и акустических полей. Темпы этого роста опережают темпы создания новых методов и средств, обеспечивающих снижение уровней вибрации до безопасных значений.

Не смотря на значительные успехи, достигнутые в последние десятилетия в деле устранения опасных и вредных вибраций и шума, действующих как на человека, так и на элементы конструкций машин, и в настоящее время эта проблема остается одной из наиболее острых, важных и актуальных.

В агрегатах, механизмах и узлах транспортно-технологических машин амплитуды и частоты действующих сил, носят периодический, непериодический, импульсный, ударный и случайный характер. Отстройка от опасных резонансных режимов и снижение уровня виброакустических параметров в реальных конструкциях представляет важную научную проблему.

Взаимодействие человека-оператора с новейшими высокопроизводительными и быстроходными машинами с учетом воздействия вибрационных и акустических полей связано со здоровьем людей, с нормализацией условий трудовой деятельности человека, разработками рационального развития труда и отдыха, что имеет большое социально-экономическое значение. В этой связи Институтом машиноведения им. А.А. Благонравова ещё в конце XX века были определены задачи:

во-первых, исследования биотехнических систем «человек – машина» с точки зрения возрастающих виброакустических воздействий;

во-вторых, исследования в области виброакустической динамики машин;

в-третьих, решение теоретических и практических вопросов, связанных с созданием робототехнических систем.

Дальнейшее изучение и развитие проблем вибрации и шума в различных аспектах позволит решить задачи оптимизации виброакустической защиты систем «человек – машина – среда» и ряд существенных проблем виброакустической диагностики машин и механизмов, использования вибрации в технологических процессах и других. В этих случаях необходимо четко представлять, какие силы возникают при работе различных механизмов [1].

## 1. Движущие силы

**Характеристика силы.** При решении большинства задач динамики механизмов надо знать определяющее действие одного тела на другое. Силы, действующие на звенья (твердые тела) механизма могут быть функциями времени. Например, движущая сила, действующая на лопасть гидравлической муфты, зависит от времени истечения жидкости через постоянное отверстие. Чаще, однако, переменные силы, действующие на звенья механизма, связаны или с перемещениями, или со скоростями точек приложения этих сил. Например, сила пружины связана с ее деформацией, т.е. с перемещением точки приложения силы; сила взаимодействия проводника с током и магнитного поля в электродвигателе связана со скоростью движения проводника относительно поля и т.д.

Функциональная зависимость, связывающая модуль силы и кинематические параметры (время, координаты и скорость точки приложения силы), называется характеристикой силы. Модуль силы в этой зависимости может быть и функцией, и аргументом. Однако для удобства расчетов будем всегда считать, что модуль силы есть функция указанных кинематических параметров.

**Силы движущие и силы сопротивления.** Движущей силой называется сила, элементарная работа которой на возможном перемещении точки ее приложения положительна. Силой сопротивления называется сила, элементарная работа которой на возможном перемещении точки ее приложения отрицательна.

**Ведущие и ведомые звенья.** Ведущим (иначе – движущим) звеном называется звено, для которого элементарная работа внешних сил, приложенных к нему, является положительной. Ведомым звеном называется звено, для которого элементарная работа внешних сил, приложенных к нему, является отрицательной или равна нулю. Одно и то же выходное звено на отдельных участках движения может быть то ведомым, то ведущим. Аналогично входное звено, которое по признаку действия сил обычно является ведущим, на некоторых участках движения может быть ведомым [1, 2].

## 2. Силы сопротивления

Характеристики сил сопротивления в машинах определяются условиями, зависящими от того процесса, для выполнения которого предназначена машина. Эти силы действуют на выходные силы механизма и могут быть функциями перемещений, скоростей и времени. Для многих машин общим свойством этих характеристик является их периодичность во времени. Внутри каждого периода нелинейные характеристики сил сопротивления представляются приближенными выражениями, получаемыми из разложения в ряды Фурье. Если ограничиться  $k+1$  членами этого разложения, то характеристику силы сопротивления  $F_c(t)$  внутри периода времени продолжительностью  $T$  можно приближенно представить в виде

$$F_c(t) = a_0 + \sum_{n=1}^k (a_n \cos n\omega t + b_n \sin n\omega t), \quad (1)$$

где

$$\omega = \frac{2\pi}{T}, \quad (2)$$

$$a_0 = \frac{1}{T} \int_0^T F_c(t) dt, \quad (3)$$

$$a_n = \frac{2}{T} \int_0^T F_c(t) \cos n\omega t dt, \quad (4)$$

$$b_n = \frac{2}{T} \int_0^T F_c(t) \sin n\omega t dt, \quad (5)$$

Аналогичные формулы получаются, если считать силу  $F_c$  функцией перемещения  $x$ .

Выражение в скобках, стоящее под знаком суммирования в формуле (1), называется гармоникой порядка  $n$ . Следует обратить внимание на то, что в характеристиках сил сопротивления, действующих на звенья механизма, не обязательно первая гармоника имеет наибольшее значение по сравнению с другими. Гармоника, которая имеет максимальное значение (по модулю), называется доминирующей или доминантой. Коэффициенты  $a_0$ ,  $a_n$  и  $b_n$  каждой гармоники находятся по формулам (3) – (5), если известно аналитическое или графическое представление характеристики  $F_c(t)$  с использованием метода гармонического анализа. Заметим также, что коэффициенты  $a_0$ ,  $a_n$  и  $b_n$  не зависят от переменной  $t$ . По свойству определенных интегралов их значения зависят только от пределов интегрирования и вида функции  $F_c(t)$ . На этом основании переменную интегрирования в формулах (3) – (5) иногда обозначают другой буквой, чтобы подчеркнуть независимость коэффициентов  $a_0$ ,  $a_n$  и  $b_n$  от текущих значений переменной  $t$ .

Если сила  $F_c(t)$  не является периодической функцией, то формула (1) используется для приближенного выражения характеристики силы только на заданном участке  $0 \leq t \leq 1$ , полагая  $T = 1$ , или же используются понятия интеграла Фурье и спектральной плотности [1, 2].

### 3. Силы трения

**Характеристика силы трения покоя.** Силой трения покоя называется составляющая полной реакции, лежащая в общей касательной плоскости к поверхности контакта. Модуль этой силы и ее направление зависят от внешних сил, приложенных к трущимся телам, но не могут превышать предельной силы трения покоя, под которой понимается сила трения покоя, соответствующая началу относительного движения трущихся тел.

Предельная сила трения покоя зависит от многих факторов, которые можно учесть только экспериментальным путем для каждого механизма в отдельности. При отсутствии экспериментальных данных пользуются обычно приближенными формулами, из которых наибольшее распространение имеет формула Амонтона

$$F_T = f_n F, \quad (6)$$

где  $F_T$  – модуль предельной силы трения покоя,

$F$  – модуль результирующей силы нормальных давлений на поверхности трения,

$f_n$  – коэффициент трения покоя.

Иногда употребляют формулу Кулона

$$F_T = A + f_n F, \quad (7)$$

где  $A$  – сцепленность, зависящая от плотности контакта.

**Характеристика силы трения скольжения.** После достижения предельной силы трения покоя начинается скольжение трущихся поверхностей. Силой трения скольжения называется составляющая полной реакции для трущихся тел, лежащая в общей касательной плоскости к поверхностям контакта и направленная в сторону, противоположенную их относительному смещению.

Характеристики сил трения скольжения зависят от вида трения. В зависимости от состояния взаимодействующих тел различают: чистое трение – внешнее трение при полном отсутствии на трущихся поверхностях каких-либо посторонних примесей; сухое трение (трение несмазанных поверхностей) – внешнее трение, при котором трущиеся поверхности покрыты пленками окислов и адсорбированными молекулами газов или жидкостей, а смазка отсутствует; граничное трение – внешнее трение, при котором между трущимися поверхностями есть тонкий (порядка 0,1 мк и менее) слой смазки с обычными объемными свойствами; жидкостное (гидродинамическое) трение – трение, при котором поверхности трущихся твердых тел полностью отделены друг от друга слоем жидкости.

При сухом трении (иногда его называют кулоновым) модуль силы трения скольжения приближенно определяется по формуле, аналогичной формуле Амонтона

$$F_T = fF, \quad (8)$$

где  $f$  – коэффициент трения скольжения, который всегда меньше коэффициента трения покоя.

Сила трения скольжения  $F_T$  направлена противоположно относительной скорости скольжения. Отсюда следует, что характеристика силы трения скольжения при сухом трении  $F_T$  в зависимости от скорости скольжения имеет вид, показанный на рис. 1.

При перемене знака скорости скольжения функция  $F_T(\tilde{v})$  имеет точку разрыва, и, следовательно, эту характеристику нельзя считать линейной несмотря на то, что модуль силы трения остается постоянным. Характеристики сил с точками разрыва или излома называют существенно нелинейными, так как в этих точках нельзя определить производную и использовать обычный путь линеаризации функций посредством линейных членов ряда Тейлора.

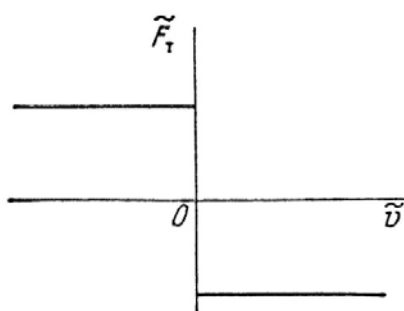


Рис. 1. Зависимость силы трения скольжения при сухом трении от скорости скольжения

При граничном трении уже проявляется зависимость коэффициента трения от скорости скольжения, который обычно определяется по формулам вида

$$f = f_0 + f_1v + f_2v^2 + f_3v^3, \quad (9)$$

где  $f_0$  – значение коэффициента трения покоя при  $\tilde{v} = 0$ ,

$f_1$ ,  $f_2$  и  $f_3$  – экспериментальные коэффициенты, которые могут быть и положительными, и отрицательными.

При жидкостном трении сила трения определяется из формулы Ньютона

$$\tilde{F}_T = \mu S \frac{du}{dy}, \quad (10)$$

где  $\tilde{F}_T$  – сила сдвига (внутреннего трения), которую надо приложить к слою жидкости площадью  $S$  для того, чтобы этот слой двигался относительно соседнего слоя со скоростью  $du$  при расстоянии между слоями  $dy$ . Коэффициент пропорциональности  $\mu$  называется динамической вязкостью и в системе СИ имеет размерность  $\text{Н} \cdot \text{с}/\text{м}^2$  или  $\text{кг}/(\text{м} \cdot \text{с})$ . Если производную  $du/dy$ , называемую градиентом скорости, принять равной  $\tilde{v}/h$ , где  $\tilde{v}$  – относительная скорость скольжения трущихся поверхностей,  $h$  – величина зазора, то формула для определения модуля силы трения  $F_T$  при жидкостном трении имеет вид

$$F_T = \mu S \frac{v}{h}, \quad (11)$$

или

$$F_T = bv, \quad (12)$$

где  $b = \mu S/h$  – постоянный коэффициент, называемый коэффициентом вязкого сопротивления (кратко – коэффициентом сопротивления).

Линейная характеристика силы трения (12), полученная из условий жидкостного трения, справедлива только при полном разделении трущихся поверхностей слоем смазки. Однако ее часто используют при полужидкостном и даже при граничном трении из-за тех упрощений в динамических расчетах, которые дает применение линейной характеристики силы трения [3, 4].

#### 4. Силы упругости

Силы упругости, возникающие при деформации звеньев механизма или прикосновении к ним пружин, в большинстве случаев имеют линейные характеристики, выражаемые при растяжении – сжатии зависимостью

$$F = cx, \quad (13)$$

где  $F$  – модуль силы упругости,  
 $c$  – коэффициент жесткости,  
 $x$  – линейная деформация.

При кручении аналогично имеем

$$M = c\varphi, \quad (14)$$

где  $M$  – модуль момента сил упругости,  
 $\varphi$  – угловая деформация.

Вместо коэффициента жесткости иногда указывается обратная величина, называемая коэффициентом податливости (податливость)

$$e = 1/c, \quad (15)$$

Для типовых звеньев (зубчатых колес, цилиндрических и призматических стержней и др.) и отдельных их частей (шарикоподшипников, резьбовых соединений и др.) имеются справочные данные, в которых содержатся формулы для определения коэффициентов жесткости и податливости или же возможные диапазоны их изменения. Например, для цилиндрического участка вала податливость при кручении может быть определена по формуле

$$e = \frac{l}{GJ}, \quad (16)$$

где  $l$  – длина вала,  
 $G$  – модуль сдвига,  
 $J$  – полярный момент инерции.

Для цилиндрического стержня податливость при растяжении – сжатии определяется по аналогичной формуле

$$e = \frac{l}{ES}, \quad (17)$$

где  $l$  – длина стержня,  
 $S$  – площадь поперечного сечения,  
 $E$  – модуль упругости.

Примером расчетной формулы, полученной из экспериментов, может служить формула для определения податливости резьбового соединения

$$e = \frac{0,5 \div 1,0 \frac{мкН}{Н}}{S}, \quad (18)$$

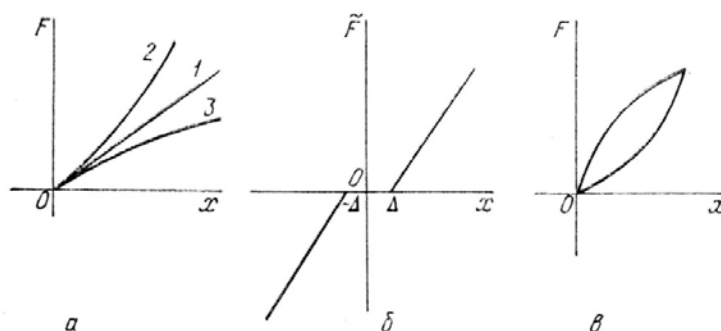
где  $S$  – площадь одного витка в  $см^2$ .

Сила упругости пружины, испытывающей растяжение или сжатие, связана с деформацией  $x$ , отсчитываемой от начального положения, линейной зависимостью

$$F = c(b + x) = F_0 + cx, \quad (19)$$

где  $b$  – постоянная величина (монтажная деформация), численно равная отношению модуля силы упругости пружины в начальном положении  $F_0$  к коэффициенту жесткости  $c$ .

Линейная характеристика силы упругости  $F(x)$  для металлов (прямая 1 на рис. 2, а) сохраняется лишь для некоторого значения деформации  $x$ , по достижении которого нарушается пропорциональность между силой упругости и деформацией, т.е. постоянство коэффициента жесткости  $c$ . Переменный коэффициент жесткости, который возрастает с увеличением силы  $\tilde{F}$ , наблюдается при резиновых элементах. В этом случае характеристику силы упругости  $F(x)$  называется жесткой (кривая 2 на рис. 2, а). Такую же характеристику имеют силы упругости, действующие на элементы высших пар, так как при точечном или линейном контакте рабочих поверхностей контактная жесткость возрастает с ростом нагрузки. Мягкую характеристику (кривая 3 на рис. 2, а) часто имеют звенья, выполненные из полимеров. Кроме того, иногда для получения требуемых динамических характеристик вводят в состав механизма специальные демпфирующие устройства и конические пружины с нелинейными характеристиками типа кривых 2 и 3.



**Рис. 2.** Силы упругости  $F(x)$ :

а – металлы; б – наличие зазора; в – диссипация энергии

Существенно нелинейными являются характеристики типа зазор (рис. 2, б). При перемещении элемента конической пары в пределах зазора  $\pm\Delta$  сила упругости  $\tilde{F}$  равна нулю, а затем изменяется по линейному или нелинейному закону.

В некоторых случаях деформации звеньев механизма сопровождаются заметной диссипацией (рассеянием) энергии, связанной с учетом сил неупругого сопротивления. Тогда график  $F(x)$  имеет две ветви, причем верхняя ветвь соответствует нагрузке, а нижняя – разгрузке (рис. 2, в). Контур, образованный этими ветвями, называется петлей гистерезиса. Площадь, расположенная внутри петли гистерезиса, пропорциональна работе, затраченной за один цикл на преодоление сил неупругого сопротивления. Отношение этой работы к работе, затраченной на деформацию, называется коэффициентом рассеяния [1, 4].

## 5. Импульсные и ударные силы

**Импульсная сила.** Импульсом силы  $F(t)$  называется сумма произведений  $F(t)dt$  – элементарных импульсов. При непрерывном изменении силы на участке  $0 \leq t \leq \tau$ , выражается в виде интеграла

$$S = \int_0^{\tau} F(t) dt, \quad (20)$$

Импульсной силой является сила, которая действует кратковременно на участке времени  $0 \leq t \leq \tau$ , т.е. удовлетворяет условиям

$$F(t) \neq 0 \text{ при } 0 \leq t \leq \tau, \quad F(t) = 0 \text{ при } t > \tau, \quad (21)$$

где  $\tau$  – длительность импульса.

Действие импульсной силы обычно повторяется через равные или неравные промежутки времени [4].

**Характеристики ударных сил.** Если максимальное значение импульсной силы достаточно большое по сравнению с максимальными значениями других сил, действующих на звенья механизма, то ее называют ударной силой, а промежуток времени  $\tau$  – длительностью удара. Вид функции, определяющей характеристику ударной силы во времени, называется формой удара. На рис. 3 показаны типовые формы удара: мгновенный импульс (рис. 3, а), прямоугольный импульс (рис. 3, б), полуволна синусоиды (рис. 3, в) и отрицательная экспонента (рис. 3, г).

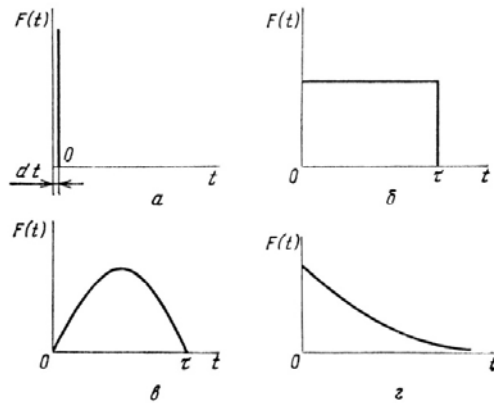


Рис. 3. Формы удара:

а – мгновенный; б – прямоугольный; в – полуволна синусоиды; г – отрицательная экспонента

**Дельта-функция.** Мгновенный импульс соответствует классическому удару, при котором за бесконечно малый промежуток времени  $dt$  ударная сила  $F(t)$  стремится к бесконечности. Однако импульс ударной силы имеет при этом конечное значение  $S$ . Для аналитического описания мгновенного импульса используют единичную импульсную функцию или дельта-функцию  $\delta(t)$ , которая равна нулю всюду, кроме точки  $t = 0$ ; в этой точке она обращается в бесконечность, причем

$$\int_{-\infty}^{\infty} \delta(t) dt = 1, \quad (22)$$

Эти свойства дельта-функции можно наглядно пояснить, если рассматривать как предел функции

$$\rho(t, \beta) = \frac{\beta}{\pi(\beta^2 t^2 + 1)}, \quad (23)$$

при  $\beta \rightarrow \infty$ .

При  $t = 0$  функция  $\rho(t, \beta) = \beta/\pi$ , т.е. при  $\beta \rightarrow \infty$  функция  $\rho(t, \beta)$  в точке  $t = 0$  стремится к бесконечности. В любой другой точке при  $\beta \rightarrow \infty$  функция  $\rho(t, \beta)$  стремится к нулю.

На рис. 4 показаны графики функций  $\rho(t, \beta)$  при значениях  $\beta = 1, 2$  и  $10$ . С увеличением  $\beta$  получаем при  $\beta \rightarrow \infty$  график дельта-функции  $\delta(t)$ , условно изображенной на рис. 3, а [5, 6].

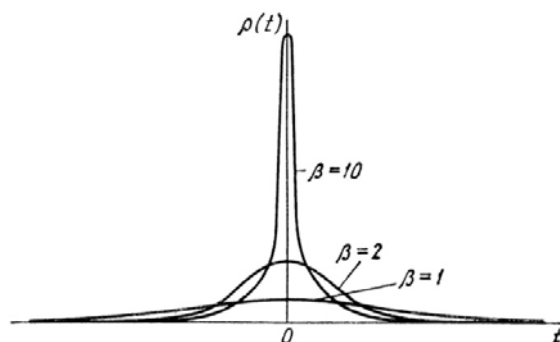


Рис. 4. Дельта-функция

Площадь, заключенная между осью абсцисс и функцией  $\rho(t, \beta)$  на рис. 4, выражается интегралом

$$\int_{-\infty}^{\infty} \rho(t, \beta) dt = \frac{\beta}{\pi} \int_{-\infty}^{\infty} \frac{dt}{\rho^2 t^2 + 1}, \quad (24)$$

Принимая во внимание, что

$$\int_{-\infty}^{\infty} \frac{dt}{t^2 + 1/\beta^2} = \frac{\pi}{\beta}, \quad (25)$$

получаем для любого значения  $\beta$

$$\int_{-\infty}^{\infty} \rho(t, \beta) dt = 1, \quad (26)$$

что совпадает с интегралом (27) для дельта-функции  $\delta(t)$ . Этот интеграл можно рассматривать также как значение мгновенного импульса ударной силы  $\delta(t)$ , обращающейся в бесконечность в точке  $t = 0$  и равной нулю во всех других точках.

Если же требуется получить мгновенный импульс, равный  $S$ , то следует рассмотреть предел функции  $S\rho(t, \beta)$  при  $\beta \rightarrow \infty$ . Тогда получаем функцию  $S\delta(t)$ , которая также равна нулю всюду, кроме точки  $t = 0$ . В этой точке  $S\delta(t)$  стремится к бесконечности, но мгновенный импульс, равный интегралу

$$\int_{-\infty}^{\infty} S\delta(t) dt = S, \quad (27)$$

имеет конечную величину [6].

#### Заключение

Обобщая вышеизложенное, отмечаем, что самым эффективным способом уменьшения негативного влияния на человека вибрации и шума является снижение переменных (динамических) сил в механизмах путем изменения характеристик движущих сил и сил сопротивления, а также сил трения и упругости в сопрягаемых деталях.

#### Библиографический список

1. Бидерман В.А. Теория механических колебаний. – М.: Высшая школа, 1990. – 408с.
2. Левицкий Н.И. Колебания в механизмах: учеб. пособие. – М.: Наука, 1988. – 336 с.

3. Яблонский А.А., Норейко С.С. Курс теории колебаний: Учеб. пособие, 4-е изд., - СПб.: Изд – во «Лань», 2003. – 256 с.
4. Бидерман В.А. Прикладная теория механических колебаний. – М.: Наука, 1986. – 189с.
5. Борьба с шумом на производстве / Под ред. Е.Я. Юдина. – М.: Машиностроение, 1985. – 400с.
6. Вибрация в технике: Справочник. – М.: Машиностроение, Т-1, 1981. – 496с.; Т-6, 1995. - 496с.

#### References

1. Biderman V.A. Theory of mechanical vibrations. – M.: Higher School, 1990. – 408 p.
2. Levitsky N.I. Oscillations in mechanisms: textbook. allowance. – M.: Nauka, 1988. – 336 p.
3. Yablonsky A.A., Noreiko S.S. Oscillation theory course: Proc. manual, 4th ed., St. Petersburg: Publishing house “Lan”, 2003. – 256 p.
4. Biderman V.A. Applied theory of mechanical vibrations. – M.: Nauka, 1986. – 189 p.
5. Fighting noise at work / Ed. E.Ya. Yudina. – M.: Mechanical Engineering, 1985. – 400 p.
6. Vibration in technology: A reference book. – M.: Mechanical Engineering, T-1, 1981. – 496 p.; T-6, 1995. - 496 p.

# **ФИЗИЧЕСКИЕ И ХИМИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ В РАЗЛИЧНЫХ СРЕДАХ, МАТЕРИАЛАХ И ИЗДЕЛИЯХ**

УДК 621.1.016.7

*Воронежский государственный  
технический университет  
Канд. техн. наук, доцент кафедры теплога-  
зоснабжения и нефтегазового дела  
Д.Н. Китаев  
Россия, г. Воронеж, тел. +7(960)100-88-01  
e-mail: dkitaev@cchegeu.ru*

*Voronezh State  
Technical University  
Ph.D. (Engineerin), Assoc Prof. of the Dep. of  
Heat and Gas Supply and Oil and Gas Busi-  
ness D.N. Kitaev  
Russia, Voronezh, tel. +7(960)100-88-01  
e-mail: : dkitaev@cchegeu.ru*

Д.Н. Китаев

## **ЗАВИСИМОСТЬ ТЕПЛОЕМОСТИ ГАЗА ОТ ТЕМПЕРАТУРЫ В СОВРЕМЕННЫХ ИНЖЕНЕРНЫХ РАСЧЕТАХ**

Представлены результаты анализа современных учебных и научных публикаций, связанных с рассмотрением зависимости теплоемкости от температуры и использованием различных функциональных моделей в прикладных инженерных расчетах. Показано, что до настоящего времени линейные интерполяционные уравнения, обладающие недостаточной точностью, рекомендуются к использованию в учебных и научных целях. Основной тенденцией при выполнении инженерных теплотехнических расчетов является использование кубических интерполяционных уравнений. Поиск оптимальной зависимости теплоемкости от температуры остается актуальной задачей для различных областей техники.

**Ключевые слова:** теплотехника, теплоемкость, идеальный газ, моделирование, аппроксимация.

D.N. Kitaev

## **DEPENDENCE OF THE HEAT CAPACITY OF GAS ON TEMPERATURE IN MODERN ENGINEERING CALCULATIONS**

The results of the analysis of modern educational and scientific publications related to the consideration of the dependence of heat capacity on temperature and the use of various functional models in applied engineering calculations are presented. It is shown that until now linear interpolation equations, which have insufficient accuracy, are recommended for use for educational and scientific purposes. The main trend in thermal engineering calculations is the use of cubic interpolation equations. Finding the optimal dependence of heat capacity on temperature remains an urgent task for various fields of technology.

**Keywords:** heat engineering, heat capacity, ideal gas, modeling, approximation.

Понятие теплоемкости, известное с начала 19 века, было введено в использование Д. Блеком. В 1807г. Гей-Люссак и Вельтер определили экспериментально для воздуха коэффициент Пуассона  $k$ . Большой вклад сделали Делярош и Берар, опытным путем определив в 1813г. значения изобарной и изохорной теплоемкостей. Начало теории теплоемкости газа

было положено Клаузиусом. Созданная впоследствии кинетическая теория газа позволила проводить вычисления теплоемкостей идеальных газов теоретическим путем. С конца 19 века широко распространен метод экспериментального определения теплоемкостей, применяемый и в настоящее время [1].

Современный уровень развития вычислительной техники позволяет значительно повысить точность инженерных расчетов. Персональные компьютеры помогают быстро решать инженерные задачи, которые в середине прошлого века и даже в его второй половине требовали значительного времени или были трудно разрешимы. Именно недостаточностью информационных ресурсов можно объяснить использование подходов, связанных с заменой нелинейных зависимостей физических свойств линейными в инженерных расчетах. На определенном этапе развития вычислений такой подход был оправдан. Похожая ситуация сложилась и в теплотехнике, где вычисление теплоемкости газов и их смесей является очень важной задачей.

Сложные инженерные задачи требуют высокой точности вычислений, и положения о допустимой погрешности расчетов в несколько процентов, во многих случаях не оправданы. Современные базы данных требуют надежных алгоритмов вычисления теплофизических свойств веществ. В зависимости от необходимой точности вычислений возможно использование различных видов аппроксимационных уравнений, поиск которых по-прежнему актуален, как во всем возможном диапазоне изменения температур, так и в малых интервалах.

Одним из первых отечественных учебников по термодинамике в котором были собраны и обобщены сведения по теплоемкостям газа, является работа Мостовича К.Я, вышедшая в 1915г. в Риге[2]. Как следует из ретроспективного анализа литературы, принципиальных изменений за последние 100 лет в изложении материала по теплоемкостям не произошло. В указанном издании автором приводятся выражения для истинной  $c$  и средней теплоемкости газа  $c_m$  в зависимости от температуры  $t$  общего вида:

$$c = a + bt + dt^2 + \dots, \quad (1)$$

$$c_m = a + b \frac{t_1 + t_2}{2} + d \frac{t_1^2 + t_1 t_2 + t_2^2}{3} \dots \quad (2)$$

Формула (1) вошла во многие учебники последующих лет и продолжает использоваться в современных изданиях. В учебно-методической и справочной литературе содержатся различные сведения по зависимостям теплоемкостей от температуры, в том числе и линейным. Рассмотрим некоторые более поздние публикации прикладной тематики, использующие различные аппроксимационные зависимости теплоемкости от температуры.

В [3] приведены линейные уравнения зависимости теплоемкости продуктов сгорания ДВС от температуры и коэффициента избытка воздуха для конечных показателей процессов, но их точность не указана. В [4] приведены линейные уравнения зависимости теплоемкости продуктов сгорания ДВС от температуры для конечных параметров процессов. Для бензиновых двигателей приведены линейные уравнения в диапазонах температур 0-200; 300-800; 2300-2800; 1000-1500; 600-900°C, а для дизельных 0-200; 400-700; 1600-2100; 700-1000°C. Указана погрешность уравнений 0,4 %.

В учебнике [5] представлены линейные уравнения средних молярных теплоемкостей при постоянном давлении некоторых газов в интервалах температур 0-1500 и 1501-2800°C и утверждается, что отклонение результатов от табличных не превышает 1,8 %.

В [7] для аппроксимации зависимости теплоемкости от температуры органических и неорганических веществ в газообразном состоянии применяется полином четвертой степени. Авторы [6] представили метод определения зависимости теплоемкости индивидуальных веществ от температуры в диапазоне от 298,15 до  $T$ , К, основанный на использовании уравнения Карпова [8] с коэффициентами, вычисленными с помощью симплекс метода Нелдера-Мида. Авторы работы [9] представили обобщенные нелинейные зависимости изобарной теплоемкости на линии насыщения жидкости для углеводородов и их смесей от приведенной температуры с погрешностью не превышающей 2,7 %.

В [10] для определения мольной теплоемкости рабочего тела газотурбинной установки использовалось уравнение вида, приведенное в [11]

$$\mu c_p = c_0 + c_1 T + c_2 T^2 + c_3 T^{-2}. \quad (3)$$

В работе [12] используются линейные уравнения для вычисления изобарной теплоемкости в интервале температур 500 – 1000К, заимствованные из [13]. В рассмотренном примере [12] отклонение при расчете по линейной формуле составляет около 1 %. Также указывается на увеличение погрешности при определении температуры в конце адиабатного расширения в турбине, т. к. теплоемкость является частью показателя степени. В приведенном примере отклонение составило 5 градусов.

В [14] указывается необходимость учета изменения теплоемкости смеси при пожаре, т.к. ошибка может достигать 75 %. Автор использует для кислорода, окиси и двуокиси углерода полиномы третьей степени, а для азота четвертой.

В работе [15] авторы предлагают кубические уравнения для  $N_2$ ,  $O_2$ ,  $CO_2$ ,  $H_2O$ , но не указывают их погрешность. В работе [16] рекомендуется при расчете удельной теплоемкости  $N_2$  и  $O_2$  в парообразном и жидком состояниях применять интерполяционную формулу в виде многочлена третьего порядка, максимальное значение средней относительной ошибки аппроксимации которого составляет 7,7 %.

В работе [17] при определении теплоемкости идеального газа используется полином третьей степени, как составляющей теплоемкости реального газа при расчете процессов в дизеле.

В [18] для *n*-пентана и *n*-гексана в интервале температур от 298,16 – 1500К используются полиномы третьей степени.

В связи с неоднозначным подходом к использованию линейной зависимости теплоемкости идеального газа от температуры, возникают следующие вопросы, требующие детального рассмотрения.

1. Не обосновывается использование линейной зависимости, с учетом возможной погрешности при широком диапазоне температур, характерном для решения технических задач.
2. Линейные интерполяционные уравнения, обладающие недостаточной точностью, рекомендуются к использованию в учебных и научных целях.
3. Ряд современных учебников и пособий содержат устаревшую информационную базу и зависимости теплоемкости от температуры недостаточной точности.
4. Основной тенденцией при выполнении технических расчетов является использование кубических интерполяционных уравнений в более узких интервалах температур.
5. Поиск оптимальной зависимости теплоемкости от температуры остается актуальной задачей для различных отраслей техники.

## Выводы

Поиск оптимальных зависимостей теплоемкости от температуры остается актуальной задачей в различных отраслях техники. Тенденцией настоящего времени является использование кубических интерполяционных уравнений в более узких интервалах температур (по сравнению с табличными в широком диапазоне). Линейные интерполяционные уравнения, обладающие недостаточной точностью при современном уровне вычислений, продолжают использоваться как в учебных, так и в научных целях.

## Библиографический список

1. Григорьев, Б.А. Теплофизические свойства углеводородов нефти, газовых конденсатов, природного и сопутствующих газов : в 2 т. [Текст] / Б.А. Григорьев, А.А. Герасимов, И.С. Александров; под общ. ред. Б.А. Григорьева. — М.: Издательский дом МЭИ, 2019. Т. 1. — 735 с.: ил.

2. Мостович, К.Я. Основы современной термодинамики. Ч. 1: Теоретическая [Текст] / К. Я. Мостович. – Рига: Книгоизд-во Ф.И. Трескиной, 1915. – 125 с.
3. Представление средней мольной теплоемкости продуктов сгорания ДВС линейными зависимостями от температуры и коэффициента избытка воздуха / А.В. Бажинов, А.И. Гарбовицкий, В.В. Крутских, А.С. Никулов // Вестник ХНАДУ. – 2012. – № 56. – С. 51-54.
4. Представление зависимостей средних мольных теплоемкостей газов, содержащихся в продуктах сгорания ДВС, от температуры полиномами первой степени / А.В. Бажинов, А.И. Гарбовицкий, В.В. Крутских, А.П. Зюбан // Губкин, Россия Вестник ХНАДУ. – 2012. – № 56. – С. 55–60.
5. Колчин, А.И. Расчет автомобильных и тракторных двигателей: учебное пособие для вузов [Текст] / А.И. Колчин, В.П. Демидов. – 3-е изд. – М.: Высшая школа, 2003. – 220 с.
6. Бычинский, В.А. Способ аппроксимации зависимости изобарной теплоемкости от температуры / В. А. Бычинский [и др.] // Журнал неорганической химии. – 2013. – Т. 58. – № 12. – С. 1639–1645.
7. Yaws C.L. Chemical properties handbook: physical, thermodynamic, environmental, transport, safety, and health related properties for organic and inorganic chemicals. N.Y., 1999. 779 p.
8. Чудненко, К.В. Термодинамическое моделирование в геохимии: теория, алгоритмы, программное обеспечение, приложения [Текст] / К.В. Чудненко.– Новосибирск: Академическое издательство “Гео”, 2010. – 287 с.
9. Арутюнов, Б.А. Обобщенные зависимости изобарной теплоемкости на линии насыщения жидкости для углеводородов и их смесей / Б.А. Арутюнов, О.А. Черткова // Вестник МИТХТ, Теоретические основы химической технологии. – 2014. – Т. 9. – № 3 (21). – С. 21–27.
10. Белоусов, В.С. Влияние свойств рабочего тела газотурбинной установки на термодинамическую эффективность парогазового цикла / В.С. Белоусов [и др.] // Известия Томского политехнического университета. Техника и технологии в энергетике.– 2014. – Т. 325. – № 4. – С.39-45.
11. Мищенко, К.П. Краткий справочник физико-химических величин [Текст] / К.П. Мищенко, А.А. Равдель. – Л.: Химия, 1974. – 200 с.
12. Карышев, А.К. К вопросу расчета теплофизических свойств природного газа и его продуктов сгорания / А.К. Карышев, А.А. Жинов, Д.В. Шевелев // Электронный журнал: наука, техника и образование. – 2015. – № 4 (4). – С. 29–37.
13. Еремин, Е.Н. Основы химической термодинамики [Текст] / Е.Н. Еремин. – М.: «Высшая школа», 1978. – 391с.
14. Пыленок, Д.А. Изменение теплоемкости газообразных продуктов горения во время пожара в закрытом помещении / Д.А. Пыленок, В.А. Наумов // Вестник молодежной науки. – 2017. – № 5 (12). – С. 20.-25
15. Гнитиёв, П.А. Исследование теплообменных характеристик продуктов сгорания при сжигании биогаза / П.А. Гнитиёв // Вестник Донбасской национальной академии строительства и архитектуры. – 2017. – № 5 (127). – С. 67-71.
16. Хвостов, А.А. Интерполяция значений удельной теплоемкости азота, кислорода и их смесей в двухфазной области жидкость-пар / А.А. Хвостов, А.А. Журавлев, Д.И. Целюк // Информационные технологии в строительных, социальных и экономических системах. – 2018.– № 3 (13). – С. 21–27.
17. Расчет рабочего процесса в дизеле с уравнением состояния реального газа / С.М. Фролов [и др.] // Горение и взрыв. – 2019. – Т. 12. - № 1. – С. 73 – 83.
18. Кузнецов, Н.М. Теплоемкость и энтальпия насыщенных углеводородов (алканов) в состоянии идеального газа / Н.М. Кузнецов, С. М. Фролов // Горение и взрыв. – 2020. – Т. 13. – № 2. – С. 113 – 117.

## References

1. Grigoriev, V.A. Thermophysical properties of oil hydrocarbons, gas condensates, natural and associated gases: in 2 volumes [Text] / V.A. Grigoriev, A.A. Gerasimov, I.S. Alexandrov; under general ed. V.A. Grigorieva. - M.: MPEI Publishing House, 2019. Т. 1. - 735 pp.: ill.

2. Mostovich, K.Ya. Fundamentals of modern thermodynamics. Part 1: Theoretical [Text] / K. Ya. Mostovich. – Riga: Book Publishing House F.I. Treskina, 1915. – 125 p.
3. Representation of the average molar heat capacity of internal combustion engine combustion products by linear dependences on temperature and excess air coefficient / A.V. Bazhinov, A.I. Garbovitsky, V.V. Krutskikh, A.S. Nikulov // *Bulletin of KhNADU*. – 2012. – No. 56. – P. 51-54.
4. Representation of the dependences of the average molar heat capacities of gases contained in the combustion products of internal combustion engines on temperature by polynomials of the first degree / A.V. Bazhinov, A.I. Garbovitsky, V.V. Krutskikh, A.P. Zyuban // *Gubkin, Russia Bulletin of KhNADU*. – 2012. – No. 56. – P. 55–60.
5. Kolchin, A.I. Calculation of automobile and tractor engines: textbook for universities [Text] / A.I. Kolchin, V.P. Demidov. – 3rd ed. – M.: Higher School, 2003. – 220 p.
6. Bychinsky, V.A. A method for approximating the dependence of isobaric heat capacity on temperature / V. A. Bychinsky [et al.] // *Journal of Inorganic Chemistry*. – 2013. – T. 58. – No. 12. – P. 1639–1645.
7. Yaws C.L. Chemical properties handbook: physical, thermodynamic, environmental, transport, safety, and health related properties for organic and inorganic chemicals. N.Y., 1999. 779 p.
8. Chudnenko, K.V. Thermodynamic modeling in geochemistry: theory, algorithms, software, applications [Text] / K.V. Chudnenko. – Novosibirsk: Academic Publishing House “Geo”, 2010. – 287 p.
9. Arutyunov, B.A. Generalized dependences of isobaric heat capacity on the liquid saturation line for hydrocarbons and their mixtures / B.A. Arutyunov, O.A. Chertkova // *Bulletin of MITHT, Theoretical foundations of chemical technology*. – 2014. – T. 9. – No. 3 (21). – pp. 21–27.
10. Belousov, V.S. Influence of the properties of the working fluid of a gas turbine unit on the thermodynamic efficiency of the steam-gas cycle / V.S. Belousov [and others] // *News of Tomsk Polytechnic University. Engineering and technology in the energy sector*. – 2014. – T. 325. – No. 4. – P.39-45.
11. Mishchenko, K.P. Brief reference book of physical and chemical quantities [Text] / K.P. Mishchenko, A.A. Ravdel. – L.: Chemistry, 1974. – 200 p.
12. Karyshev, A.K. On the issue of calculating the thermophysical properties of natural gas and its combustion products / A.K. Karyshev, A.A. Zhinov, D.V. Shevelev // *Electronic journal: science, technology and education*. – 2015. – No. 4 (4). – pp. 29–37.
13. Eremin, E.N. Fundamentals of chemical thermodynamics [Text] / E.N. Eremin. – M.: “Higher School”, 1978. – 391 p.
14. Pylenok, D.A. Change in the heat capacity of gaseous combustion products during a fire in an enclosed space / D.A. Pylenok, V.A. Naumov // *Bulletin of youth science*. – 2017. – No. 5 (12). – P. 20.-25
15. Gnitiev, P.A. Study of heat exchange characteristics of combustion products during biogas combustion / P.A. Gnitiev // *Bulletin of the Donbass National Academy of Construction and Architecture*. – 2017. – No. 5 (127). – P. 67-71.
16. Khvostov, A.A. Interpolation of the specific heat capacity of nitrogen, oxygen and their mixtures in the two-phase liquid-vapor region / A.A. Khvostov, A.A. Zhuravlev, D.I. Tselyuk // *Information technologies in construction, social and economic systems*. – 2018.– No. 3 (13). – pp. 21–27.
17. Calculation of the working process in a diesel engine with the equation of state of real gas / S.M. Frolov [et al.] // *Combustion and explosion*. – 2019. – T. 12. – No. 1. – P. 73 – 83.
18. Kuznetsov, N.M. Heat capacity and enthalpy of saturated hydrocarbons (alkanes) in the ideal gas state / N.M. Kuznetsov, S. M. Frolov // *Combustion and explosion*. – 2020. – T. 13. – No. 2. – P. 113 – 117.

УДК 622.24

*Воронежский государственный  
технический университет  
Студентами группы НТС-201  
Н.С. Кондауров Д.С. Песоцкий  
Россия, г. Воронеж, тел. +7(950)7587173,  
+7(930)4269440  
e-mail: nikita-kondayroff@yandex.ru  
pesotskiy.bk.ru*

*Voronezh State  
Technical University  
Students of the NTS-201 group  
N.S. Kondaurov D.S. Pesotsky  
Russia, Voronezh, tel. +7(950)7587173,  
+7(930)4269440  
e-mail: nikita-kondayroff@yandex.ru  
pesotskiy.bk.ru*

Н.С. Кондауров, Д.С. Песоцкий

### **ИЗМЕРЕНИЕ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ПОЛЯ НА РАЗНЫХ РЕЖИМАХ РАБОТЫ ЭЛЕКТРОМОБИЛЯ**

Рассматриваются результаты измерения электромагнитного поля в кабине электроавтомобиля. The results of measuring the electromagnetic field in the cabin of an electric car are considered.

**Ключевые слова:** электромагнитное поле, напряженность, плотность потока мощности.

N.S. Kondaurov, D.S. Pesotsky

### **MEASUREMENT OF THE ELECTROMAGNETIC FIELD IN DIFFERENT MODES OF OPERATION OF AN ELECTRIC VEHICLE**

The results of measuring the electromagnetic field in the cabin of an electric car are considered.

**Keywords:** electromagnetic field, intensity, power flux density.

Электромагнитные поля пагубно влияют на здоровье человека. Но в нынешнем этапе развития человек уже не сможет без этого прожить. Ведь сейчас даже маленьких детей не отпускают на улицу без телефонов, а телефон первый в списке пагубных влияний на здоровье человека. Уровень биологического воздействия электромагнитных полей не зависит от длительности его воздействия. При воздействии электромагнитного поля у человека может наблюдаться повышенная утомляемость, вялость, изменение кровяного давления и пульса, возникновение болей в сердце, боли [1, 2].

В настоящее время в быту, люди пользуются различными приборами - источниками электромагнитных волн, которые излучают энергию и тем самым оказывают значимое влияние на организм человека.

Источниками естественных электромагнитных полей являются атмосферное электричество, космические лучи, излучение солнца, а искусственные источники: различные генераторы, лазерные установки, линии электропередач, измерительные приборы, и др.

Источниками электрических полей промышленной частоты являются: линии электропередачи, специальные устройства защиты, автоматики, измерительные приборы, высоковольтные установки промышленной частоты.

Источниками электромагнитных излучений радиочастот являются мощные радиостанции, антенны, генераторы, установки индукционного и диэлектрического устройства, высокочастотные приборы в медицине и в быту [3].

Источником повышенной опасности в быту являются микроволновые печи, телевизоры, мобильные телефоны. В настоящее время признаются источником риска электроплиты, электрические чайники, утюги, холодильники (при работающем компрессоре) и другие бытовые электроприборы [1, 3].

Существует предположение, что в электромобиле очень высокие значения электромагнитного поля как на зарядке (особенно если ты находишься в салоне), так и при сильном разряде, когда двигаешься с большой скоростью. То есть возникает очень сильное электромагнитное излучение, которое вредно для водителя и пассажиров - вреднее для здоровья, чем это могло бы быть в обычном автомобиле. Для проверки этого утверждения был использован прибор для измерения напряженности электромагнитного поля.



**Рис. 1.** Прибор АТТ-2592

Проверка электромагнитного излучения внутри автомобиля проводилась в разных вариантах эксплуатации: при движении со скоростями до 40 км/ч без резких ускорений и замедлений, при быстром движении (130 км/ч) и когда во время зарядки (измерения проводились в районе головы водителя, находящегося внутри этого автомобиля).

Так как будем ожидать широкий спектр частот, то измеряем три показателя: напряжённость электрического поля, напряжённость магнитного поля и плотность потока мощности.

Начинаем измерения в автомобиле, когда он стоит на медленной зарядке, потом когда мы медленно едем, когда мы ускоряемся и когда мы стоим на быстрой зарядке.

Получен график, составленный из максимальных зафиксированных показателей. Самые высокие показатели оказались не при быстрой зарядке, а во время быстрого движения по трассе со скоростью 130 км /ч.

Значения напряженности и плотности потока мощности представлены на рис. 2.



Рис. 2. График напряженности и плотности потока мощности

Медленное движение – это как бы мы ехали в медленно ползущей пробке.

Когда мы в пути, высокую плотность потока мощности создают электродвигатели. Но это максимальные показатели для плотности потока мощности и замер лучше делать, используя средние значения.



Рис. 3. График средних значений напряженности и плотности потока

Испытания проводились на трех режимах: два режима движения, одна зарядка, и снова проводим тест. И как не удивительно, на быстрой зарядке хоть как мы видели и есть высокие всплески, средние значения заметно ниже значений, которые мы получаем в обоих вариантах с работающим двигателем.

Измерения электромагнитных излучений смартфона в режиме разговора представлено на рис.4.



Рис. 4. Измерение электромагнитного поля во время разговора по телефону

Максимальные параметры измерений представлены на рис. 5, а средние параметры измерений представлены на рис. 6.

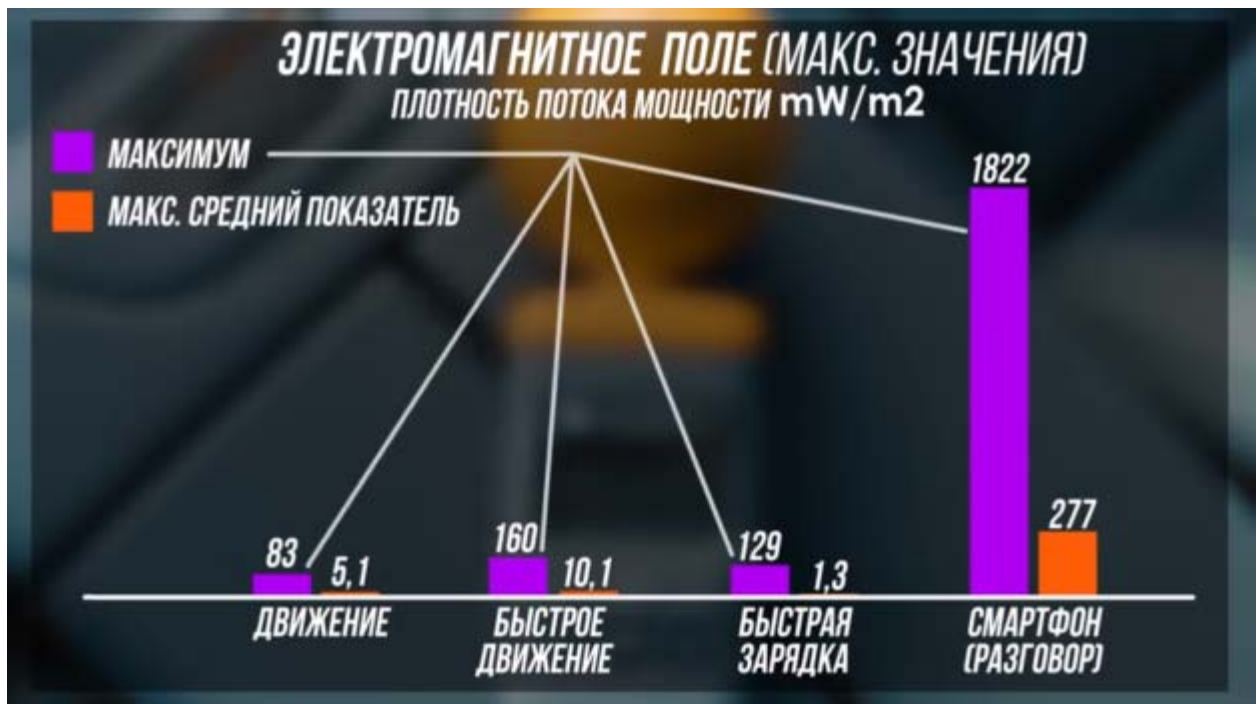


Рис. 5. График максимальных значений электромагнитного поля

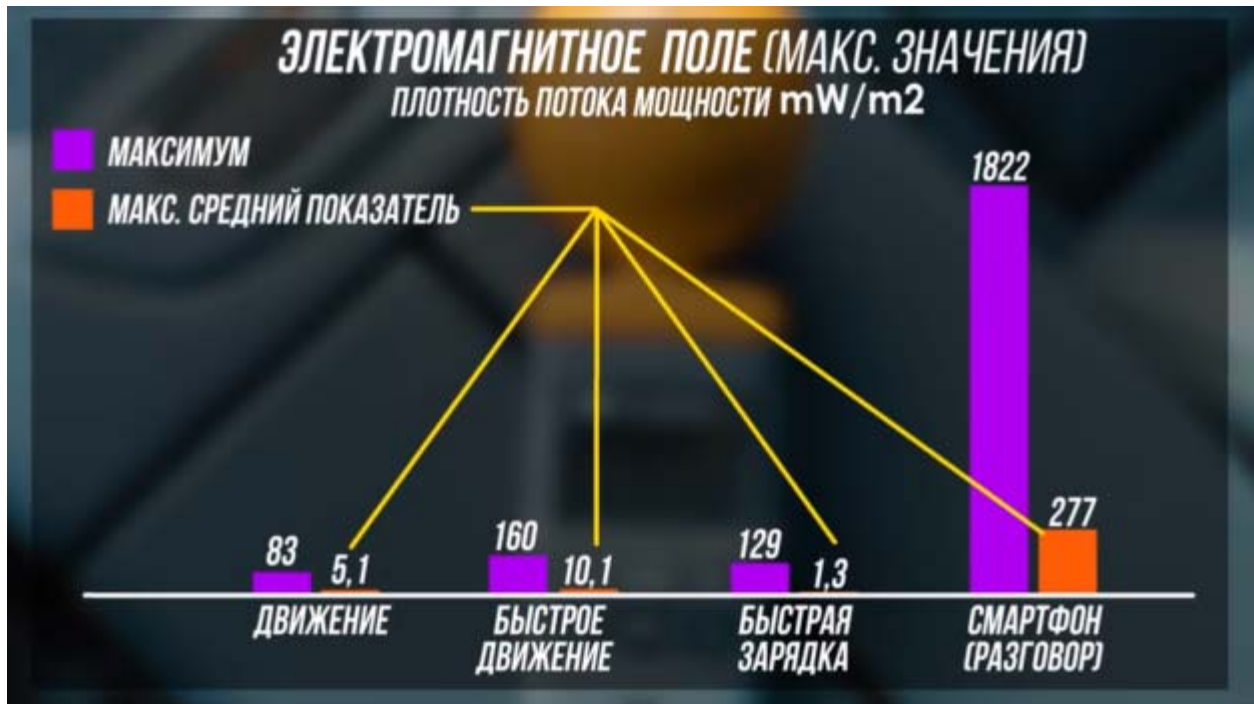


Рис. 6. График средних значений электромагнитного поля

Значение намного выше того что мы получаем в электромобиле.

Существует интересное исследование, которое было сделано, когда человек говорит по телефону, прикладывая его к уху: воздействие электромагнитного излучения увеличивается и у человека снижается скорость реакции до секунды (минимум прибавляется 500 миллисекунд). В экстренной ситуации этого много: при скорости 100 км/ч это почти 28 м.

СанПиН от 2003 года определяет предельно допустимые уровни электромагнитного поля [2]. Выдержка из него представлена на рис. 7.

СанПиН 2.1.8/2.2.4.1383—03

Приложение 1 (обязательное) Таблица 1

Предельно допустимые уровни ЭМП диапазона частот 30 кГц—300 ГГц на рабочих местах персонала

Параметр	Диапазонах частот (МГц)				
	0,03—3,0	3,0—30,0	30,0—50,0	50,0—300,0	300,0—300000
Предельно допустимое значение ЭЭ <sub>р</sub> (В/м) <sup>2</sup> /ч	20000	7000	800	800	—
Предельно допустимое значение ЭЭ <sub>в</sub> (А/м) <sup>2</sup> /ч	200	—	0,72	—	—
Предельно допустимое значение ЭЭ <sub>плз</sub> (мкВт/см <sup>2</sup> )/ч	—	—	—	—	200
Максимальный ПДУ E, В/ч	500	296	80	80	—
Максимальный ПДУ H, А/ч	50	—	3,0	—	—
Максимальный ПДУ ППЭ, мкВт/см <sup>2</sup>	—	—	—	—	1000

Примечание. Диапазоны, приведенные в табл., исключают нижний и включают верхний предел частоты.

Таблица 2

Предельно допустимые уровни ЭМП диапазона частот 30 кГц—300 ГГц для населения

Диапазон частот	30—300 кГц	0,3—3 МГц	3—30 МГц	30—300 МГц	0,3—300 ГГц
	Напряженность электрического поля, E (В/м)				
Нормируемый параметр	Плотность потока энергии, ППЭ (мкВт/см <sup>2</sup> )				
Предельно допустимые уровни	25	15	10	3*	10 25**

\* — кроме средств радио и телевизионного вещания (диапазон частот 48,5—108,174—230 МГц);  
 \*\* — для случаев облучения от антенн, работающих в режиме кругового обзора или сканирования.

Рис. 7. Предельно допустимые уровни электромагнитного поля

Таким образом по среднему значению мы можем двигаться согласно стандарта 8 часов. Следует отметить, что автомобиль не способен двигаться столь длительное время, так как не хватит заряда на 8 часов непрерывного движения.

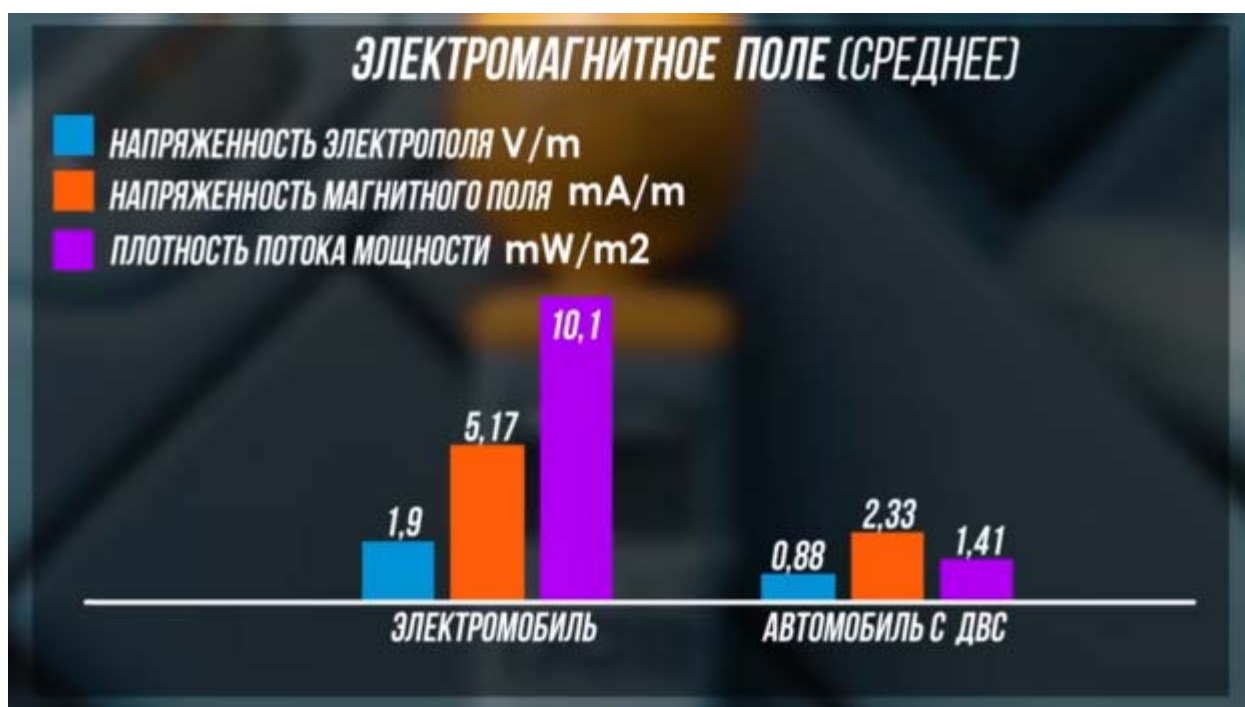
Сравнение напряженности поля с нормативными значениями представлены на рис. 8.



**Рис. 8.** Сравнение напряженности поля с нормативными значениями

В итоге, следует отметить, что смартфон представляет большую опасность, чем электромобиль. Особенно при длительных разговорах.

А автомобиль с ДВС и таким же набором мультимедийных возможностей при включённом Bluetooth и WiFi не требует внимания вовсе. Сравнение напряженности электромобиля и автомобиля с ДВС представлено на рис. 9.



**Рис. 9.** Сравнение напряженности электромобиля и автомобиля с ДВС

## Выводы

1. Напряженность и электромагнитный поток электромобиля во всех режимах его работы не оказывает существенного влияния на здоровье человека.
2. Воздействие электромагнитных полей на водителя при разговоре по смартфону существенно превышает воздействие от электронных элементов автомобиля.

## Библиографический список

1. Гайзетдинова А.М., Гайсина Г.А. Электромагнитное поле и его влияние на здоровье человека // Международный студенческий научный вестник. – 2018. – № 3-1.
2. <https://base.garant.ru/12131290/> Постановление Главного государственного санитарного врача РФ от 9 июня 2003 г. N 135 "О введении в действие санитарных правил и нормативов - СанПиН 2.2.4.1383-03" (с изменениями и дополнениями).
3. [https://13.rospotrebnadzor.ru/center/services/zdorov\\_obraz/135871](https://13.rospotrebnadzor.ru/center/services/zdorov_obraz/135871) Влияние электромагнитных полей на здоровье человека и способы защиты от их вредного воздействия.

## References

1. Gaizetdinova A.M., Gaisina G.A. Electromagnetic field and its effect on human health // International Student Scientific Bulletin. - 2018. – № 3-1.
2. <https://base.garant.ru/12131290/> Resolution of the Chief State Sanitary Doctor of the Russian Federation dated June 9, 2003 No. 135 "On the introduction of sanitary rules and regulations - SanPiN 2.2.4.1383-03" (with amendments and additions).
3. [https://13.rospotrebnadzor.ru/center/services/zdorov\\_obraz/135871](https://13.rospotrebnadzor.ru/center/services/zdorov_obraz/135871) The influence of electromagnetic fields on human health and ways to protect against their harmful effects.