

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

АЛТАЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ИМ. И. И. ПОЛЗУНОВА

**АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ АВТОМОБИЛЬНОГО ТРАНСПОРТА  
(АВАТ-2024)**

**Сборник статей Всероссийской научно-практической конференции  
(13 декабря 2024 года)**



АлтГТУ  
Барнаул • 2025

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

АЛТАЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ИМ. И. И. ПОЛЗУНОВА

**АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ АВТОМОБИЛЬНОГО ТРАНСПОРТА  
(АВАТ-2024)**

**Сборник статей Всероссийской научно-практической конференции  
(13 декабря 2024 года)**

ISBN 978-5-7568-1538-2



АлтГТУ  
Барнаул • 2025

Об издании – [1, 2](#)

© Алтайский государственный технический университет  
им. И. И. Ползунова, 2025

УДК 656.13-047.37

Актуальные вопросы автомобильного транспорта (АВАТ-2024) : сборник статей Всероссийской научно-практической конференции (13 декабря 2024 года, г. Барнаул) / Алт. гос. техн. ун-т им. И. И. Ползунова. – Барнаул : АлтГТУ, 2025. – 90 с. – URL: [https://journal.altstu.ru/konf\\_2024/2025\\_1/148/](https://journal.altstu.ru/konf_2024/2025_1/148/). – Текст электронный.

ISBN 978-5-7568-1538-2

Конференция посвящена актуальным вопросам современной науки и практики в области автомобильного транспорта. Сборник включает статьи конференции, проведенной 13 декабря 2024 года в г. Барнауле.

Материалы издаются в авторской редакции.

Организатор конференции – ФГБОУ ВО «Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова».

### **Ответственные редакторы:**

Баранов Алексей Сергеевич – декан ФЭАТ, к.т.н., доцент,  
заведующий кафедрой АиАХ;

Валекжанин Александр Иванович – к.т.н., доцент кафедры АиАХ;

Раззамазов Никита Иванович – ассистент кафедры АиАХ,  
инженер-конструктор СКБ, член СНО АлтГТУ

### **Рецензенты:**

**Садов Виктор Викторович** – декан инженерного факультета Алтайского государственного аграрного университета, д.т.н., доцент

**Фарафонов Константин Александрович** – председатель совета директоров ЗАО «Корпорация Алтранс»

Материалы конференции

Минимальные системные требования

Yandex (20.12.1) или Google Chrome (87.0.4280.141) и т.п.

скорость подключения - не менее 5 Мб/с, Adobe Reader и т.п.

Дата подписания к использованию 29.10.2025. Объем издания – 4,5 Мб.

Федеральное государственное образовательное учреждение высшего образования  
«Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова,  
656038, г. Барнаул, пр-т Ленина, 46, <https://www.altstu.ru>.

ISBN 978-5-7568-1538-2 © Алтайский государственный технический университет  
им. И.И. Ползунова, 2025

[вперед \(оглавление\)](#)

## **СОДЕРЖАНИЕ**

### **ПРОЕКТИРОВАНИЕ И РАСЧЕТ НАЗЕМНЫХ ТРАНСПОРТНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ КОМПЛЕКСОВ, СИСТЕМ И АГРЕГАТОВ**

|                                                                                                                                    |    |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Ерофеева Н. В., Рыбин Д. С.<br>УЧТОЙЧИВОСТЬ КАРЬЕРНОГО БУЛЬДОЗЕРА НА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ<br>ОБЛЕДЕНЕЛОЙ ДОРОГЕ.....                    | 5  |
| Колесов А. В., Свистула А. Е.<br>АНАЛИЗ ХАРАКТЕРИСТИК ОХЛАЖДАЮЩИХ ЖИДКОСТЕЙ ДЛЯ ДВИГАТЕЛЕЙ<br>ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ.....            | 9  |
| Саночкин А. С., Свистула А. Е., Брякотин М. Э.<br>МЕТОДИКА РАСЧЕТА РАСХОДА ВОЗДУХА ДВИГАТЕЛЕМ В РЕЖИМЕ ПОСТОЯННОЙ<br>МОЩНОСТИ..... | 12 |
| Шапошников Ю. А., Шапошникова О. В., Миллер М. А.<br>ЭРГОНОМИКА КОМПЬЮТЕРИЗИРОВАННОГО РАБОЧЕГО МЕСТА.....                          | 16 |

### **ЭКСПЛУАТАЦИЯ И РЕМОНТ НАЗЕМНЫХ ТРАНСПОРТНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ КОМПЛЕКСОВ**

|                                                                                                                                                                                                        |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Левин В. Ф.<br>ТЕХНОЛОГИЯ РЕМОНТА «НЕРЕМОНТИРУЕМЫХ» УЗЛОВ ДВС.....                                                                                                                                     | 20 |
| Старков А. В., Тагиева Н. К., Веретенников А. С.<br>НАТУРНЫЕ ИСПЫТАНИЯ ГУСЕНИЧНОГО АСФАЛЬТОУКЛАДЧИКА ДЕСНА 1800<br>ОТЕЧЕСТВЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА НА ТРАССЕ М-7 «ВОЛГА» В РЕСПУБЛИКЕ<br>БАШКОРТОСТАН..... | 25 |
| Соколов Д. С., Кузнецов Е. Е., Лоскутова Е. В.<br>СРАВНИТЕЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПАРАМЕТРОВ ФИЗИЧЕСКИХ ПОЛЕЙ В<br>КОНСТРУКЦИИ АВТОМОБИЛЕЙ С ГИБРИДНОЙ И ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ СИЛОВОЙ<br>УСТАНОВКОЙ.....           | 30 |
| Ус С. С., Кузнецов Е. Е., Ковалевский В. Н.<br>ПРИМЕНЕНИЕ ИНКЛИНОМЕТРИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА ДЛЯ БЕЗРАЗБОРНОЙ<br>ДИАГНОСТИКИ АМОРТИЗАТОРОВ ПОДВЕСКИ ЛЕГКОВОГО АВТОМОБИЛЯ.....                               | 35 |
| Шапошников Ю. А., Авраменко Д. Р., Вдовенко В. В., Федоров Р. А.<br>ЭЛЕКТРОМОБИЛЬ – ОСОБЕННОСТИ ЭКСПЛУАТАЦИИ.....                                                                                      | 39 |

### **АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ЭКОНОМИКИ И УПРАВЛЕНИЯ В СФЕРЕ ДОРОЖНОГО ХОЗЯЙСТВА, ТРАНСПОРТА И АПК**

|                                                                                                   |    |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Костенкова Д. В., Егорова Н. С., Нечаев К. С.<br>ЭВОЛЮЦИЯ ПРАВИЛ ДОРОЖНОГО ДВИЖЕНИЯ В РОССИИ..... | 43 |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------|----|

Руденок Е. А., Баранов А. С.  
ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ МЕЖДУНАРОДНЫХ ПЕРЕВОЗОК В  
АЛТАЙСКОМ КРАЕ.....49

Мишин С. И., Кузнецов Е. Е., Гончарук А. И.  
ИССЛЕДОВАНИЕ ЧИСЛЕННЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ТРАНСПОРТНОГО ПОТОКА ЧЕРЕЗ  
ПЕРЕКРЁСТОК МАГИСТРАЛЬНЫХ УЛИЦ ОБЩЕГОРОДСКОГО  
ЗНАЧЕНИЯ.....52

Тюрин А. Ю.  
ПРИМЕНЕНИЕ ПЕРИОДИЧЕСКОЙ МАРШРУТИЗАЦИИ ПРИ  
ОБСЛУЖИВАНИИ ПОТРЕБИТЕЛЕЙ ПИЩЕВОЙ  
ПРОМЫШЛЕННОСТИ.....55

### **ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ НА ТРАНСПОРТЕ**

Аветисян А. С.  
ИННОВАЦИИ И ПЕРСПЕКТИВЫ: ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ В РОССИЙСКОМ  
ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОМ ТРАНСПОРТЕ.....59

Ахметшин Р. И., Садыков А. М.  
ЦИФРОВИЗАЦИЯ ЛОГИСТИКИ И ВОЗМОЖНЫЕ РИСКИ.....62

Закиров Б. Т., Садыков А. М.  
ПРИМЕНЕНИЕ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ ТРАНСПОРТНЫХ СИСТЕМ В ДОРОЖНОЙ  
ИНФРАСТРУКТУРЕ ГОРODOV.....67

Старолетов С. М.  
ПРОГРАММНЫЕ СПОСОБЫ РАБОТЫ С CAN-ШИНОЙ АВТОМОБИЛЯ.....71

Матяш С. П., Малинина А. Е.  
ПОВЫШЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ СОВРЕМЕННЫХ АВТОМОБИЛЕЙ.....75

Земская С. С.  
ИССЛЕДОВАНИЕ И ОЦЕНКА МОДЕЛЕЙ ТРАНСПОРТНОГО ПОТОКА ДЛЯ ГЕНЕРАЦИИ  
СРЕДЫ ОБУЧЕНИЯ С ПОДКРЕПЛЕНИЕМ.....79

### **ПОДГОТОВКА КАДРОВ ДЛЯ ДОРОЖНОГО ХОЗЯЙСТВА, ТРАНСПОРТА И АПК**

Баранов А. С.  
ПОДГОТОВКА КАДРОВ РАБОЧИХ ПРОФЕССИЙ В СФЕРЕ АВТОМОБИЛЬНОГО  
ТРАНСПОРТА ДЛЯ ИНДУСТРИАЛЬНЫХ ПАРТНЕРОВ ВУЗА.....84

Баранова Е.В.  
САМОНАПРАВЛЕННОЕ ОБУЧЕНИЕ В СИСТЕМЕ ПОДГОТОВКИ КАДРОВ В  
ТЕХНИЧЕСКОМ ВУЗЕ: УСЛОВИЯ ОРГАНИЗАЦИИ И РОЛЬ ПЕДАГОГА.....87

# ПРОЕКТИРОВАНИЕ И РАСЧЕТ НАЗЕМНЫХ ТРАНСПОРТНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ КОМПЛЕКСОВ, СИСТЕМ И АГРЕГАТОВ

## УСТОЙЧИВОСТЬ КАРЬЕРНОГО БУЛЬДОЗЕРА НА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ОБЛЕДЕНЕНОЙ ДОРОГЕ

Ерофеева Наталья Валерьевна<sup>1</sup>, к.т.н., доцент, env.stm@kuzstu.ru  
Рыбин Денис Сергеевич<sup>2</sup>, студент гр. ГЭС-194.4, denis.rybin1982@mail.ru

<sup>1</sup>Кузбасский государственный технический университет им. Т. Ф. Горбачева,  
г. Кемерово, Россия

<sup>2</sup>Кузбасский государственный технический университет имени Т. Ф. Горбачева, филиал в  
Междуреченске, г. Междуреченск, Россия

*В период резкой смены температуры воздуха с положительных значений на отрицательные, особенно после дождя, возможно образование ледяной корки на технологических дорогах. При движении бульдозерной техники на гусеничном ходу по таким дорогам возможна потеря их устойчивости на поперечных уклонах, поскольку грунтозацепы багмаков не обеспечивают их вдавливание в грунт в связи с высокой прочностью корки льда. Потеря устойчивости может привести к сползанию машины с проезжей части в кювет, что является опасным явлением как для машины в целом, так и для водителя. Условие, при котором давление гусениц недостаточно для раздавливания ледяной корки, рассмотрено в статье.*

**Ключевые слова:** бульдозер, устойчивость, поперечный уклон, гусеничный движитель, обледенелое дорожное покрытие.

Карьерный бульдозер относится к вспомогательному виду транспорту [1]. Однако он играет немаловажную роль при производстве технологических операций по формированию отвала или зачистке забоя при экскаваторной выемке. Нередко необходима переброска бульдозера с одного участка на другой. Бульдозер на гусеничном движителе при переходе с участка на участок движется самоходом по технологической дороге. Технологические дороги обычно делают двухскатными с поперечным уклоном до 30 % для удаления воды с проезжей части. Кроме того, на виражах устраивают дополнительные поперечные уклоны для исключения возможности опрокидывания самосвалов на повороте под воздействием центробежной силы. В осенне-весенний период при резкой смене погоды с положительных значений температуры воздуха на отрицательные возможно образование наледи на проезжей части.

При движении бульдозера грунтозацепы внедряются в поверхность грунта, обеспечивая надежное сцепление машины с дорожным полотном. Однако при перемещении бульдозера по обледенелой поверхности возможна внезапная, абсолютно не предсказуемая потеря сцепления гусеничного движителя с грунтом, покрытого льдом. Что приводит, в лучшем случае, к сползанию машины с проезжей части.

Определим устойчивость бульдозера на обледенелой трассе. Для этого составим расчетную схему гусеничного движителя (рисунок 1).

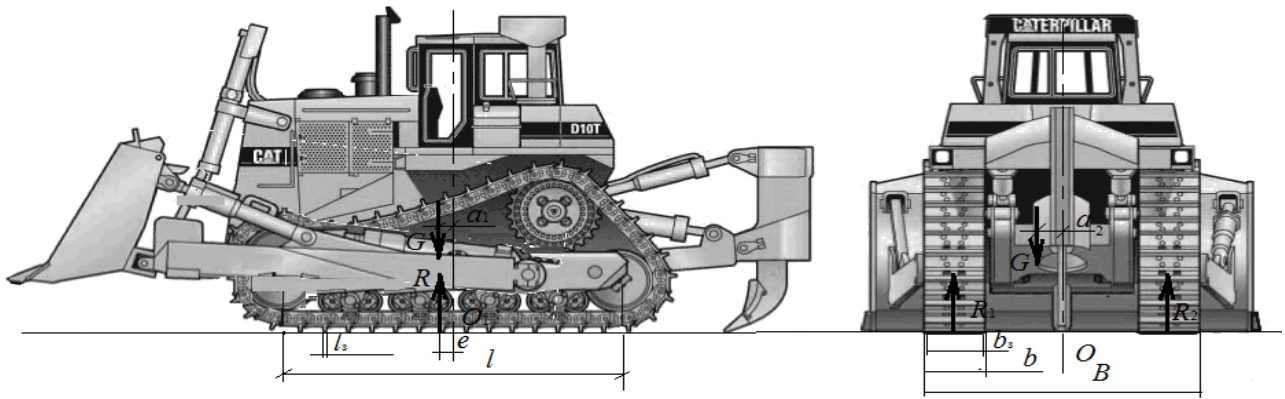


Рисунок 1 – Схема действия сил на гусеничный движитель

Сумму моментов (Н·м) сил относительно точек  $O$  и  $O_1$  и сумму всех сил (Н), действующих по оси  $z$ , определим как

$$\sum M_O = 0; \quad -Ga_2 + R_1 \frac{B-b}{2} - R_2 \frac{B-b}{2} = 0; \quad (1)$$

$$\sum M_{O_1} = 0; \quad -Ga_1 + R \cdot e = 0; \quad (2)$$

$$\sum F = 0; \quad G - R = 0, \quad (3)$$

где  $G$  – вес бульдозера, Н;  $R = R_1 + R_2$  – суммарная нормальная реакция гусениц на грунт, Н;  $B$  – расстояние между внешними краями гусениц, м;  $b$  – ширина гусеницы, м;  $e$ ,  $a_1$ ,  $a_2$  – плечи действия соответствующих сил, м.

Решая систему уравнений (1–3), получим выражения для определения реакции гусениц

$$R = R_1 + R_2 = G; \quad R_1 = G \left( \frac{a_2}{B-b} - \frac{1}{2} \right); \quad R_2 = G \left( \frac{1}{2} - \frac{a_2}{B-b} \right)$$

и плечо действия реакции  $R$ :

$$e = a_1.$$

Допускаем, что эпюра давления гусеницы на грунт носит трапецевидный характер, рисунок 2.

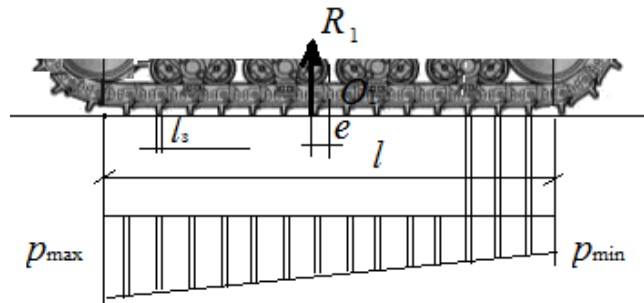


Рисунок 2 – Схема действия сил на гусеницу и эпюра давлений

Составим систему уравнений:

$$\sum F = 0; \quad R_1 - \frac{p_{\max} + p_{\min}}{2} nl_3 b_3 = 0; \quad (4)$$

$$\sum M_{O_1} = 0; \quad R_1 e - \frac{p_{\max} - p_{\min}}{2} nl_3 b_3 \frac{1}{6} l = 0, \quad (5)$$

где  $l_3$ ,  $b_3$  – длина и ширина грунтозацепов соответственно, м;  $n$  – количество грунтозацепов, находящихся в соприкосновении с грунтом.

Решая систему уравнений (4)–(5), получим максимальное и минимальное давления (Па) каждой гусеницы на грунт:

$$p \frac{R_1}{nl_3 b_3} \frac{6e}{l_{max}} ;$$

$$p \frac{R_1}{nl_3 b_3} \frac{6e}{l_{min}} .$$

Можно определить среднее давление (Па) гусеницы на грунт:

$$p_{cp} = \frac{G}{2nl_3 b_3} .$$

Как указано в источнике [2] при температуре 11°C лед на земляном основании имеет сопротивление излому 75,0 кг/см<sup>2</sup>. Допускаемое удельное давление на лед составляет  $[p_{доп}] = 4,0 \div 5,0$  кг/см<sup>2</sup> или  $[p_{доп}] = 0,39 \cdot 10^6 \div 0,49 \cdot 10^6$  Па. Однако лед не разрушается и при более высоком удельном давлении 8,0 ÷ 9,0 кг/см<sup>2</sup>.

Таким образом, при условии

$$p_{max} < [p_{доп}] \text{ и } p_{min} < [p_{доп}]$$

грунтозацепы бульдозера не обеспечат вдавливание их в лед и в случае поперечного уклона дороги возможна потеря устойчивости машины.

Потерю устойчивости бульдозера определим следующим образом. При условии, что касательная составляющая веса, рисунок 3, будет больше силы трения (сцепления), произойдет сползание машины вниз:

$$G \sin \alpha > G \cos \alpha \psi ,$$

где  $\psi$  – коэффициент сцепления грунтозацепов с ледяной поверхностью ( $\psi = 0,015$  [2]);

$\alpha$  – поперечный угол наклона проезжей части, градус.

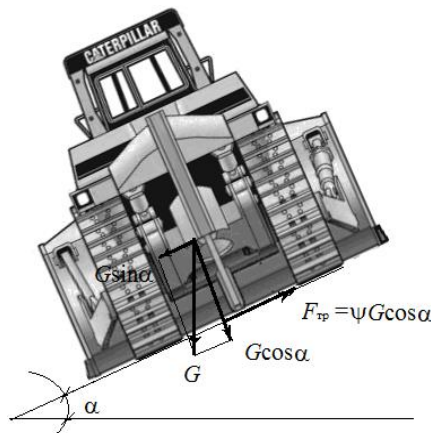


Рисунок 3 – Схема действия сил на бульдозер на уклонах

Отсюда, или угол, при котором возможна потеря устойчивости бульдозера (его сползание с поперечного уклона):

$$\alpha > \arctg \psi .$$

Таким образом, сползание бульдозера может произойти на обледенелой трассе при поперечном уклоне, равном 15 %. Поэтому желательно не допускать обледенения трассы, обеспечивать вовремя грейдирование технологической дороги. Или, в крайнем случае, не допускать перехода бульдозера с участка на участок по обледенелой трассе с поперечным уклоном.

### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Рыбин, Д.С. Бульдозерная техника импортного производства на открытых горных работах / Д.С. Рыбин // Современные тенденции и инновации в науке и производстве: Материалы XIII международной научно-технической конференции, Междуреченск, 24 апреля 2024 года. – Междуреченск: Кузбасский государственный технический университет им. Т.Ф. Горбачева, 2024.
2. Ерахтин Д.Д., Лопухов Е.И. Одноколейные тракторно-ледяные дороги. – Москва: Гослестехиздат, 1942. – 146 с.

# АНАЛИЗ ХАРАКТЕРИСТИК ОХЛАЖДАЮЩИХ ЖИДКОСТЕЙ ДЛЯ ДВИГАТЕЛЕЙ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ

Колесов Александр Витальевич, магистрант  
Свистула Андрей Евгениевич, д.т.н., зав. кафедрой ДВС, [kafdvs@mail.ru](mailto:kafdvs@mail.ru)

Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова, Барнаул, Россия

*В статье приведен анализ теплофизических и моторных свойств охлаждающих жидкостей. Дано определение охлаждающей жидкости; приведены назначение, требования, классификация. В материале отражена количественная оценка теплофизических свойств различных охлаждающих жидкостей, таких как вода с умягчающей присадкой, низкотемпературные охлаждающие жидкости, дизельное топливо, смесь дизельного топлива с маслом. Приведены сведения по эффективности, ресурсу, применяемости охлаждающих жидкостей.*

**Ключевые слова:** двигатель внутреннего сгорания, система охлаждения, охлаждающая жидкость, низкотемпературная охлаждающая жидкость, мощность, температура, теплофизические свойства.

Охлаждающая жидкость (ОЖ) — жидкость, играющая роль теплоносителя в системе охлаждения двигателя внутреннего сгорания и других машин. Современная ОЖ также выполняет другие функции, включая предохранение системы охлаждения от коррозионных процессов и накипи, разрыва из-за расширения при замерзании и нагревании самой жидкости и др. [1].

Одна из наиболее распространённых и наиболее эффективных в качестве теплоносителя охлаждающих жидкостей — обычная вода, в особенности не оставляющая накипи: мягкая, дистиллированная или деионизированная. Преимуществами воды в качестве охлаждающей жидкости являются, в частности, высокая удельная теплоёмкость, низкая вязкость, высокая текучесть, доступность и низкая цена. Однако, вода обладает коррозионной активностью по отношению ко многим металлам (коррозионной активностью обладает не вода сама по себе, а образующийся из-за содержания в ней примесей слабый электролит, провоцирующий электрохимическую коррозию), а также имеет свойство замерзать при отрицательной температуре с образованием сплошного ледяного монолита, который из-за увеличения объёма при замерзании может серьёзно повредить рубашку водяного охлаждения двигателя и радиатора. Поэтому в настоящее время, как правило, используются специальные охлаждающие жидкости, основа состава которых — всё та же вода, но с функциональными добавками (присадками), повышающими её эксплуатационные характеристики.

ОЖ делятся на две большие категории: летние охлаждающие жидкости и зимние (низкотемпературные) охлаждающие жидкости, также известные как антифризы. В настоящее время эксплуатационные качества антифризов повысились в такой степени, что в странах с умеренным и холодным климатом они зачастую используются для круглогодичной эксплуатации автотранспорта.

Летние охлаждающие жидкости предназначены для эксплуатации в тёплое время года, а также в тёплом безморозном климате. В большинстве случаев представляют собой дистиллированную или деионизированную воду с добавкой пакета ингибиторов коррозии (как правило, выпускается в виде концентрата, на месте добавляемого к воде).

Низкотемпературная охлаждающая жидкость (антифриз) состоит из воды, как правило — также дистиллированной или деионизированной (около половины состава), низкотемпературного компонента — в большинстве случаев, этиленгликоля, и специальных присадок (ингибиторов коррозии), компенсирующих коррозионную активность воды и этиленгликоля. По большому счёту, этиленгликолевые ОЖ разных сортов отличаются друг от друга только процентным соотношением между водой и этиленгликолем, определяющим температуру начала кристаллизации, а также составом пакета присадок, причём последний зачастую используется стандартный, производства крупных химических концернов, таких, как BASF. Играет свою роль, однако, и качество сырья — в частности, степень чистоты воды и этиленгликоля. В самых дешёвых ОЖ вместо моноэтиленгликоля могут использоваться его суррогаты — диэтиленгликоль и другие полигликоли, обладающие худшей химической стабильностью и из-за

этого имеющие низкий срок службы. В настоящее время происходит внедрение пропиленгликоля как замены этиленгликоля. Пропиленгликолевые антифризы менее токсичны, но их производство обходится дороже и они имеют меньшую температуру кипения.

Наряду с этим, для придания охлаждающей жидкости низкотемпературных качеств могут использоваться практически все водные растворы неорганических солей (хлористый натрий, хлористый калий, хлористый кальций), анилин, спирты, глицерин, гликоли, целлозольвы, карбитолы и др. Одним из лучших антифризов является 40-градусный этиловый спирт, распространения которого в таком качестве не произошло из-за высокой стоимости, летучести, воспламеняемости и выраженных психоактивных свойств, вызывавших массовые отравления персонала в автохозяйствах (даже в виде денатурата). Более дешёвый метиловый спирт также использовался в составе некоторых антифризов, однако большой проблемой оказалась его высокая ядовитость, в сочетании с общими для всех одноатомных спиртов высокой испаряемостью и пожароопасностью.

Все охлаждающие жидкости на основе этиленгликоля также весьма ядовиты при приёме внутрь (летальная доза для чистого этиленгликоля — примерно 2 мл/кг массы тела для взрослого). При отравлении гликолевый антифриз воздействует на центральную нервную систему, вызывая потерю координации, слабость, рвоту. Первые симптомы отравления этиленгликолем схожи с алкогольным отравлением, однако через 20...30 минут они сменяются потерей сознания и судорогами; при тяжёлом отравлении в отсутствие лечения смерть наступает через 13-20 дней. Лечение аналогично отравлению метанолом. Поскольку этиленгликолевые ОЖ сладкие на вкус, наиболее подвержены риску отравления дети и домашние животные. В США, например, на территории нескольких штатов обязали производителей добавлять в антифриз горькие вкусовые добавки. Следует отметить, что особую опасность представляют также пары антифриза, например — поступающие в салон при наличии течи в радиаторе отопительной установке или его кране, и способные вызвать хроническое отравление. При таком хроническом ингаляционном отравлении наблюдается раздражение глаз и верхних дыхательных путей, вялость, сонливость. Опасности для жизни ингаляционное отравление обычно не представляет, лечение — общеукрепляющая терапия (витамины, глюкоза внутривенно и т.п.). Для охлаждения элементов топливной системы применяют дизельное топливо. А детали КШМ (поршни, подшипники) охлаждают маслом [2].

В особых случаях для энергетических машин в качестве охлаждающей жидкости может использоваться дизельное топливо, масло, смесь масла с дизельным топливом, при этом в технических условиях должны особо оговариваться срок эксплуатации, температурные границы и другие ограничения. Далее в таблице 1 приведена сравнительная оценка теплофизических свойств охлаждающих жидкостей [3, 4].

Наибольшей плотностью обладают низкотемпературные охлаждающие жидкости, плотность их в значительной степени зависит от температуры, поэтому конструкция системы охлаждения должна предусматривать резервный объём для температурного расширения жидкости (расширительный бачок). Наименьшую вязкость имеет вода, что определит мощность циркуляционного насоса. Необходимо учитывать высокую текучесть антифризов, что требует достаточной герметизации системы. Вода обладает наивысшей теплоемкостью, что определит меньший циркуляционный расход при высокой эффективности охлаждения. Вода имеет низкую температуру кипения и высокую температуру замерзания, что ограничивает ее температурные границы использования. Вода имеет самую низкую стоимость, а антифризы ядовиты и при превышении срока эксплуатации становятся «агрессивными».

Таблица 1 – Теплофизические свойства охлаждающих жидкостей

| Охлаждающая жидкость и её характеристики | Вода             | Антифриз А-40    | Антифриз А-60    | Дизельное топливо                 | Дизтопливо 85% + масло М-14В 15% |
|------------------------------------------|------------------|------------------|------------------|-----------------------------------|----------------------------------|
| Плотность, кг/м <sup>3</sup>             | 1000             | 1078             | 1083             | 841,5                             | 880                              |
| Вязкость                                 | 0,366 сСт / 80 С | 1,351 сСт / 80 С | 1,756 сСт / 80 С | 1,5-6,0 мм <sup>2</sup> /с / 80 С | 5,5 мм <sup>2</sup> /с / 80 С    |
| Теплоёмкость, кДж/кг С                   | 4,2              | 3,5              | 3,5              | 2,09                              | 2,01                             |
| Температура замерзания, °С               | 0°С              | -40              | -60              | -35 (-55)                         | -35,8                            |
| Температура помутнения, °С               | -                | -                | -                | -5...-10 / -10...-35              | -                                |
| Температура кипения, °С                  | 100              | 109              | 122              | 170-380                           | 170-380                          |
| Стоимость                                | Крайне недорогая | 10 л – 1100 руб. | 1 л – 450 руб.   | 1 л – 65 руб.                     | 180 кг – 20500 руб.              |
| Срок эксплуатации                        | 3 года           | 10 лет           | 5 лет            | 500-700 мч                        | 500-700 мч                       |

В итоге, в работе дана общая классификация охлаждающих жидкостей, общие понятия и определения. Составлена таблица, где приведены различные технические жидкости и их показатели, полученные значения имеют информационный характер, могут быть уточнены в соответствии с составом, условиями применения и эксплуатации.

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Колчин, А. И. Расчет автомобильных и тракторных двигателей: Учебное пособие для ВУЗов. / А. И. Колчин, В. П. Демидов. – Москва : Высш. школа, 2002. – 496 с.
2. Свистула, А. Е. Двигатели внутреннего сгорания / А. Е. Свистула // Алт. гос. техн. ун-т им. И. И. Ползунова. – Барнаул : Изд-во АлтГТУ, 2009. – 81 с.
3. Итинская, Н. И. Топливо, смазочные материалы и технические жидкости / Н. И. Итинская – Москва : Колос, 1974. – 352 с.
4. Итинская, Н. И. Справочник по топливам, маслам и техническим жидкостям / Н. И. Итинская, Н. А. Кузнецов. — Москва : Колос, 1982. — 208 с.

# МЕТОДИКА РАСЧЕТА РАСХОДА ВОЗДУХА ДВИГАТЕЛЕМ В РЕЖИМЕ ПОСТОЯННОЙ МОЩНОСТИ

Саночкин Алексей Сергеевич, аспирант  
Свистула Андрей Евгениевич, д.т.н., зав. кафедрой, kafdvs@mail.ru  
Брякотин Максим Эдуардович, к.т.н., доцент, kafdvs@mail.ru

Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова, Барнаул, Россия

*Материал статьи содержит вывод выражения для определения расхода воздуха на корректорной ветви скоростной характеристики двигателя в режиме постоянной мощности. Приведена методика расчета оптимального расхода воздуха для скоростной характеристики в режиме постоянной мощности. Выполнен контрольный расчет, и приведено графическое изображение характеристики расхода воздуха по корректорной ветви скоростной характеристики на примере двигателя 6ЧН13/14.*

**Ключевые слова:** двигатель внутреннего сгорания, двигатель постоянной мощности, расход воздуха, корректорная ветвь, методика, коэффициент избытка воздуха, крутящий момент.

Для эффективного использования машинного агрегата необходимо повышение эксплуатационных характеристик устанавливаемых двигателей. Одним из направлений повышения эксплуатационных характеристик является применение в составе машинных агрегатов двигателей постоянной мощности (ДПМ) на базе изготавливаемых дизельных двигателей внутреннего сгорания.

Двигатель постоянной мощности – это двигатель внутреннего сгорания, теоретически, имеющий постоянную мощность в рабочем диапазоне частоты вращения коленчатого вала и круто возрастающий крутящий момент при падении частоты вращения по мере роста нагрузки.

Концепция ДПМ позволила улучшить регулирующие свойства дизельного двигателя и экономические и эффективные показатели агрегата в целом, что отчасти вызвано тем, что ДПМ позволяет более полно использовать корректорный участок характеристики [1].

Рассмотрим изменение расхода воздуха двигателем на участке постоянной мощности.

Для обеспечения идеальной характеристики ДПМ должно выполняться следующее условие:

$$N_e = c \cdot \eta_i \cdot \eta_m \cdot \Delta q_{\text{ц}} \cdot n = \text{const}, \quad (1)$$

где  $\eta_i$  и  $\eta_m$  – индикаторный и механический КПД двигателя;  $\Delta q_{\text{ц}}$  – цикловая подача топлива, кг/цикл;  $n$  – частота вращения коленчатого вала двигателя, мин<sup>-1</sup>;  $c$  – постоянный коэффициент.

Ввиду того, что изменение произведения  $\eta_i \cdot \eta_m$ , при снижении частоты вращения коленчатого вала не способно обеспечить выполнение заданного условия, основным регулируемым параметром является цикловая подача топлива  $\Delta q_{\text{ц}}$ . Закон изменения  $\Delta q_{\text{ц}}$  задается настройкой топливной аппаратуры или посредством применения специального корректирующего устройства.

Соответственно изменению цикловой подачи топлива должно изменяться количество воздуха, поступающего в двигатель. При этом количество воздуха должно быть таким, чтобы значение коэффициента избытка воздуха не снижалось ниже заданных значений.

В работе [2] В. Л. Кригера предложена методика получения закономерности изменения расхода воздуха, топлива, индикаторного, механического и эффективного КПД по корректорной ветви внешней скоростной характеристики.

Цикловой массовый расход воздуха  $\eta_{\text{вр}} \rho_k$  может быть подсчитан по закономерности изменения цикловой подачи топлива  $q_{\text{ц}}$  [3] и коэффициента избытка воздуха  $\alpha$ , записанных для режима максимального крутящего момента и любого другого рассматриваемого режима:

$$\frac{\eta_v \rho_k}{\eta_{vm} \rho_{km}} = \frac{\alpha}{\alpha_m} \cdot \frac{q_{\text{ц}}}{q_{\text{цм}}}, \quad (2)$$

где  $\eta_{vm} \rho_{km}$  – цикловой массовый расход воздуха на режиме максимального крутящего момента,  $\alpha_m$  – коэффициент избытка воздуха на режиме максимального крутящего момента,  $\alpha$  – коэффициент избытка воздуха на рассматриваемом скоростном режиме,  $q_{\text{цм}}$  – цикловая подача топлива на режиме максимального крутящего момента,  $q_{\text{ц}}$  – цикловая подача топлива на рассматриваемом режиме.

Для определения цикловой подачи топлива на любом скоростном режиме ДПМ используем следующее выражение [2]:

$$q_{\text{ц}} = q_{\text{цм}} \cdot \frac{\eta_{em}}{\eta_e} \cdot \frac{n_m}{n}, \quad (3)$$

где  $\eta_{em}$  – эффективный КПД на режиме максимального крутящего момента,  $\eta_e$  – эффективный КПД на рассматриваемом режиме,  $n_m$  – частота вращения коленчатого вала двигателя на режиме максимального крутящего момента,  $n$  – частота вращения коленчатого вала двигателя на рассматриваемом режиме.

Эффективный КПД двигателя на рассматриваемом режиме определим посредством следующего выражения [3]:

$$\eta_e = \frac{\alpha \left( \frac{\eta_{im}}{\alpha_m} - (\alpha - \alpha_m) \xi + \beta (K_n - 1) \frac{\alpha}{\alpha_m} \right)}{1 + K \left( A + b C_m + d C_m^2 + h \frac{K - K_n}{K_n} \right)}, \quad (4)$$

где  $A, b, d, h, \xi, \beta$  – эмпирические коэффициенты,  $C_m$  – средняя скорость поршня,  $K$  – коэффициент приспособляемости,  $K_n = n/n_m$  – скоростной коэффициент.

Выражая через зависимость (3) цикловую подачу топлива в выражении (2), получим следующее:

$$\frac{\eta_v \rho_k}{\eta_{vm} \rho_{km}} = \frac{\alpha}{\alpha_m} \cdot \frac{\bar{\eta}_{em}}{K_n}, \quad (5)$$

где  $\bar{\eta}_{em} = \frac{\eta_{em}}{\eta_e}$ .

В таком случае, цикловой массовый расход воздуха  $\eta_v \rho_k$  на рассматриваемом режиме будет определяться посредством выражения, исходящего из зависимости (5):

$$\eta_v \rho_k = \frac{\alpha}{\alpha_m} \cdot \frac{\bar{\eta}_{em}}{K_n} \cdot \eta_{vm} \rho_{km}, \quad (6)$$

Соответственно, действительная масса воздуха в одном цилиндре:

$$G_1 = \rho_k \eta_v V_h. \quad (7)$$

где  $V_h$  – рабочий объем цилиндра.

Для определения действительной массы воздуха во всех цилиндрах необходимо вместо рабочего объема цилиндра  $V_h$  использовать литраж двигателя  $V_L$ . В таком случае для расчета часового массового расхода воздуха в кг/час необходимо воспользоваться следующим выражением:

$$G_B = 30 \cdot \eta_v \rho_k V_n n. \quad (8)$$

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

Алгоритм расчета массового часового расхода воздуха, оптимального для двигателя постоянной мощности, следующий:

1. Задается закон изменения коэффициента избытка воздуха  $\alpha$ , исходя из соображений допустимых минимальных и максимальных значений в диапазоне частот вращения коленчатого вала от максимального крутящего момента до номинальной частоты вращения, позволяющих получить коэффициент приспособляемости  $K=1,4$ . Выбираются значения эмпирических коэффициентов  $A, b, d, h, \xi, \beta$ ;

2. Производится тепловой расчет двигателя на режиме максимального крутящего момента, из которого берутся следующие значения:

- коэффициент наполнения на режиме максимальной мощности  $\eta_{vm}$ ;
- плотность воздуха, поступающего в цилиндр  $\rho_{km}$ ;
- индикаторный КПД на режиме максимального крутящего момента  $\eta_{im}$ .

3. Для выбранного диапазона частот вращения коленчатого вала рассчитываются значения скоростного коэффициента  $K_n$  и средней скорости поршня  $C_m$ ;

4. Для выбранного диапазона частот вращения коленчатого вала рассчитываются значения эффективного КПД  $\eta_e$  по формуле (4) и отношения эффективного КПД  $\bar{\eta}_{em}$ ;

5. По формуле (5) рассчитывается  $\frac{\eta_v \rho_k}{\eta_{vm} \rho_{km}}$  для выбранного диапазона частот вращения коленчатого вала, и по формуле (6) рассчитывается цикловой массовый расход воздуха на рассматриваемом режиме;

6. По формуле (8) рассчитывается часовой массовый расход воздуха  $G_B$  для выбранного диапазона частот вращения коленчатого вала.

Для расчета, таблица 1, по данному алгоритму был выбран ДПМ на базе Д-461-10 (6ЧН13/14).

Таблица 1 – Результаты расчета часового массового расхода воздуха  $G_B$

| Частота вращения $n$ , $\text{мин}^{-1}$ | Коэффициент избытка воздуха $\alpha$ | $K_n$  | $\frac{\eta_v \rho_k}{\eta_{vm} \rho_{km}}$ | $G_B$ ,<br>кг/час |
|------------------------------------------|--------------------------------------|--------|---------------------------------------------|-------------------|
| 1100                                     | 1,45                                 | 1,0000 | 1,0000                                      | 474,24            |
| 1200                                     | 1,51                                 | 1,0909 | 0,9596                                      | 496,43            |
| 1300                                     | 1,57                                 | 1,1818 | 0,9309                                      | 521,71            |
| 1400                                     | 1,625                                | 1,2727 | 0,9117                                      | 550,26            |
| 1500                                     | 1,68                                 | 1,3636 | 0,9003                                      | 582,21            |
| 1600                                     | 1,74                                 | 1,4545 | 0,8954                                      | 617,63            |
| 1700                                     | 1,8                                  | 1,5455 | 0,8959                                      | 656,63            |

Коэффициент избытка воздуха  $\alpha$  был принят линейно изменяющийся от 1,45 (при  $n = 1100 \text{ мин}^{-1}$ ) до 1,8 (при  $n = 1700 \text{ мин}^{-1}$ ).

Эмпирические коэффициенты были приняты на основании опыта исследований кафедры «Двигатели внутреннего сгорания» Алтайского государственного технического университета им. И. И. Ползунова [2, 4].

На рисунке 1 графически представлена зависимость оптимального для ДПМ 6ЧН13/14 [5] часового массового расхода воздуха  $G_B$  от частоты вращения коленчатого вала  $n$ .

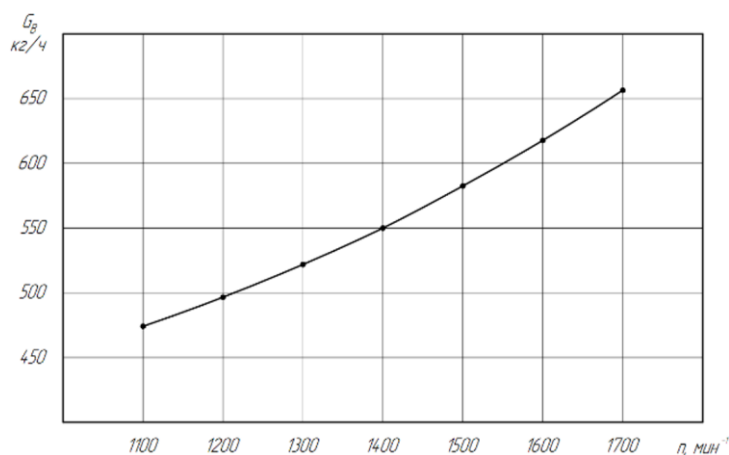


Рисунок 1 – Оптимальное для ДПМ 6ЧН13/14 изменение часового массового расхода воздуха по скоростной характеристике

Полученные данные можно использовать для ориентировочного подбора турбокомпрессора и настройки впускной системы двигателя (применение газодинамического наддува) с учетом допустимого коэффициента избытка воздуха и коэффициента приспособляемости  $K = 1,4$ .

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Брякотин, М. Э. Повышение технико-экономических показателей двигателя постоянной мощности с газотурбинным наддувом путем настройки впускной системы : дис. ... канд. техн. наук : 05.04.02 / Брякотин Максим Эдуардович ; Алт. гос. техн. ун-т им И.И. Ползунова, 1996. – 168 с.
2. Кригер, В. Л. Разработка общих принципов создания двигателей постоянной мощности и реализация их для дизелей типа ЧН 13/14 : автореф. дис. ... канд. техн. наук / Кригер Владимир Леонидович ; Барнаул, 1990. – 21 с.
3. Матиевский, Г. Д. Построение характеристики постоянной мощности дизеля / Г. Д. Матиевский, А. Е. Свистула, М. Э. Брякотин // Известия Волгоградского государственного технического университета. – 2013. – Т. 5. – №. 12. – С. 51-54.
4. Матиевский, Г. Д. Исследование внешней скоростной характеристики дизеля для анализа показателей работы на режимах постоянной мощности / Г. Д. Матиевский, А. Н. Любимов // Научные проблемы транспорта Сибири и Дальнего Востока. – № 2. – 2011. – С. 260-267.
5. Свистула, А. Е. Повышение экономичности и снижение вредных выбросов дизеля на режимах постоянной мощности / А. Е. Свистула, Г. Д. Матиевский // Ползуновский вестник. – № 3-1. – 2012. – С. 113-117.

## ЭРГОНОМИКА КОМПЬЮТЕРИЗИРОВАННОГО РАБОЧЕГО МЕСТА

Шапошников Юрий Андреевич, д-р тех. наук, профессор, u-shaposhnikov@mail.ru

Шапошникова Оксана Вячеславовна, инженер, esko.ov@mail.ru

Миллер Михаил Александрович, студент, e-mail: millermisha05@mail.ru

Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова, Барнаул, Россия

**Аннотация.** В связи с увеличением масштабов использования на рабочих местах дисплеев возрастает число как профессиональных, так и непрофессиональных пользователей. Различия между этими типами пользователей становятся важным фактором в организации рабочего места, которое оснащено дисплеем. Дисплей может являться центральным или вспомогательным инструментом рабочего места. В связи с систематизацией возможных типов пользователей предлагаются следующие типы рабочих мест, оснащенных дисплеями: рабочее место профессионального оператора (оператора электронных вычислительных машин, оператора-программиста, оператора автоматизированных систем управления и т. д.) и рабочее место непрофессионального оператора (руководящего работника, научного работника, оператора производственной техники, учащегося и др. рабочих мест).

**Ключевые слова:** эргономика, антропометрические признаки, особенности строения человека, рабочее место, производство, специализация, признак, автоматизация, компьютерная сеть, дисплей, управление, инженерия, оборудование, программное обеспечение, графика, физиолого-анатомический индивид.

Рабочее место (РМ) [1], связанное с деятельностью человека, должно отвечать его антропометрическим характеристикам (рисунок 1). Для определения параметров РМ, соответствующих антропометрическим признакам, пользуются системой перцентилей, определяющей значение, ниже которого находится определённый процент данных. Учет изменчивости антропометрических признаков в пределах 5-го и 95-го перцентилей считается достаточным, он охватывает 90 % всей группы возможных пользователей, за исключением 5 % людей с наименьшими значениями признаков от 5 % и выше [2].

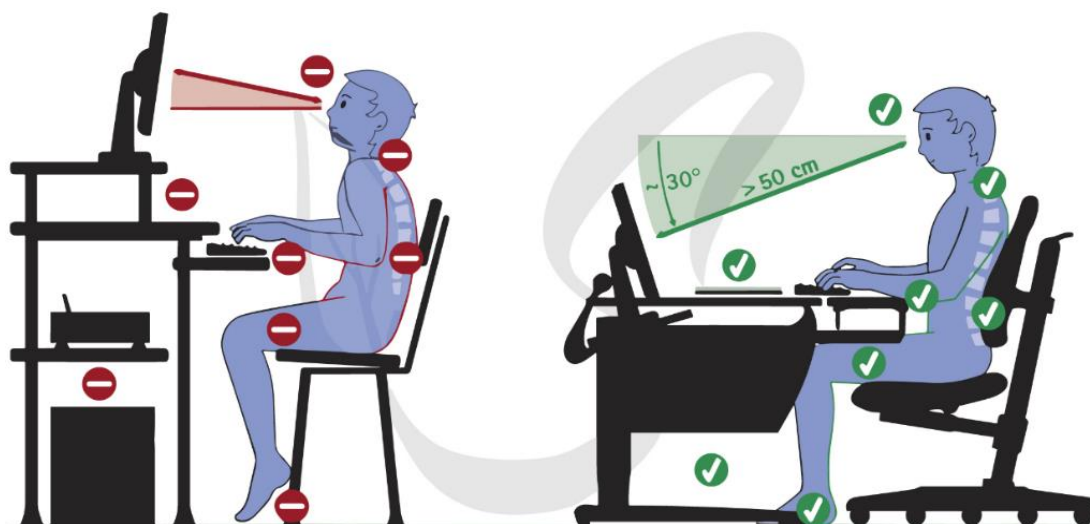


Рисунок 1 – Пространственные параметры рабочего места, оснащенного компьютером

В настоящее время компьютеры и дисплеи являются частью рабочих мест, в виде базового или вспомогательного оборудования с трансформацией их в автоматизированные рабочие места (АРМ). Современное, высокотехнологичное РМ представляет собой комплекс, из технических функциональных устройств, дисплеев для изображения объекта, клавиатуры, датчиков и арматуры. Управление комплексом обеспечивается клавиатурой, и при необходимости, может быть оборудовано другими устройствами [3]. К одной из наиболее общих относится классификация АРМ по следующим классификационным признакам: тип производства, уровень механизации, степень специализации, степень разделения труда, количество технологического оборудования, степень подвижности.

Классификационным признаком выделения разных типов АРМ в автоматизированных системах управления являются функции, выполняемые оператором при контроле интеллектуальных систем. Классификации АРМ производственных процессов, оснащенных автоматизированными системами контроля и управления, не применимо к рабочим местам, оснащенных дисплеями, в силу большой общности рабочих мест, охватываемых первой классификацией, и некоторой узости второй. При классификации рабочих мест, оснащенных дисплеями, нужно учитывать весьма широкий диапазон пользователей, разнообразие возможных задач и внешних условий деятельности.

В связи с увеличением масштабов использования компьютерных устройств и дисплеев возрастает число как профессиональных, так и непрофессиональных операторов. Различия между этими типами пользователей становятся важным фактором в организации АРМ, оснащенного дисплеем, размещенным в центре, или на периферии, выполняющим различные функции, основные или вспомогательные. К первой группе АРМ относятся профессии операторов электронных вычислительных машин, программистов, конструктора и т.д. Во вторую группу пользователей АРМ входят непрофессиональные операторы: руководители, менеджеры, преподаватели, учащиеся, машиностроители, водители и работники других сфер деятельности.

Приведенные виды классификаций, хотя в них выделены различные формы взаимодействия человека с техническими средствами, все же несовершенны из-за нечеткости классификационных признаков. Деятельность чаще всего имеет смешанный характер, когда довольно трудно разделить контроль и управление, перцептивную и интеллектуальную сторону, наблюдателя и исследователя. Более постоянен, на наш взгляд, классификационный признак для рабочих мест с дисплеями по виду задачи. Например, основными задачами операторов автоматизированных систем управления производственными процессами являются учет, контроль и координация работы отдельных предприятий.

Задачи этих операторов определяют и предметный состав рабочих мест. Организация рабочих мест одного вида пользователя, например, оператора-кассира, выполняющего в одном случае ввод данных в систему (кассовый работник), а в другом информационно-справочные задачи (в системе массового обслуживания пассажиров), также будет различной. В то же время рабочее место оператора в вычислительном центре, оператора-кассира в банке, оператора-лаборанта в медицинском учреждении, осуществляющих одинаковую задачу — ввод данных в систему, могут быть однотипными.

С учетом многообразия трудовых функций исполнителей, АРМ подразделяются по организации взаимодействия пользователей: индивидуальные и групповые. На индивидуальном АРМ, соответствующем индивидуальной форме организации труда, работает один человек; если их двое и больше, то при организации рабочих мест следует исходить из особенностей групповой деятельности; в зависимости от числа технических средств, с которыми взаимодействует пользователь, на одно, и многоаппаратные.

Многоаппаратное АРМ может быть оснащено несколькими дисплеями, или их комбинации, например, графического дисплея и графопостроителя или дигитайзера, дисплея и билетопечатающего устройства. В зависимости от условий эксплуатации дисплеев на стационарные и подвижные, например, на транспортных средствах, а также, АРМ для работы: сидя, стоя или сидя и стоя.

Для водителя автомобиля, рекомендуемые значения параметров РМ определены на основе антропометрических данных путем расчетов и графических построений в соответствии с нормативными требованиями [4, 5]. Обычно при описании оптимального положения человека за рулем приводят значения углов (рисунок 2), которые при этом образуют части тела водителя. Такой подход к оптимизации размещения водителя на рабочем месте в автомобиле полезно дополнять личным ощущением «удобно-неудобно». В этой связи, важно знание того, что вызывает отклонение рабочей позы водителя от оптимальной, как это мешает выполнению операций с органами управления автомобилем [6]. Оптимальной позе соответствует наиболее

естественное взаимное положение частей тела, с необходимостью выполнения функциональных действий по управлению автомобилем.

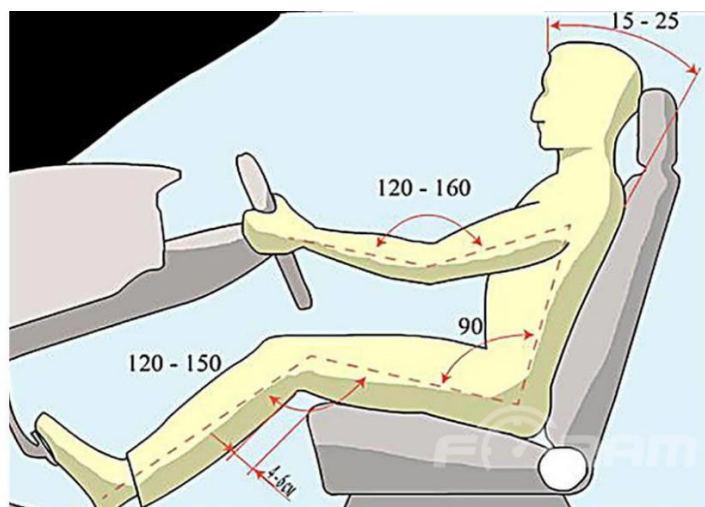


Рисунок 2 – Значения углов положения водителя за рулем

Необходимая для управления автомобилем информация отображается в комбинации приборов, расположенных на панели (рисунок 3). В центре находится блок индикаторов, спидометр, тахометр и дисплей, отображающий данные о работе двигателя, коробки передач, тормозной и других систем. На приборной панели и дисплее отображаются информационные сообщения о состоянии систем автомобиля и условиях движения. Если на дисплее не отображаются сигнализаторы или информационные сообщения, можно выбрать, какую информацию следует отобразить на нем.



Рисунок 3 – Рабочее место водителя, оснащенное компьютером и дисплеем

С помощью команд меню, выбранных цифровых указателей и всплывающих сообщений с предупреждениями или напоминаниями может отображаться различная информация. Дополнительный дисплей отображает в основном данные информационно-развлекательной системы, также имеется пульт управления, с помощью которого можно управлять различными функциями систем жизнеобеспечения. На дисплее отображаются информационные сообщения о состоянии систем автомобиля и условиях движения. Если на дисплее не отображаются

сигнализаторы или информационные сообщения, вы можете выбрать, какую информацию следует отобразить на нем, с помощью меню. На дисплеи могут быть выведены различные цифровые указатели, информирующие водителя о текущем состоянии автомобиля, работе его систем и значениях контролируемых параметров. Выбрать, какой указатель будет отображаться на дисплее, можно с помощью команды «Указатели» в меню дисплея.

С тем чтобы выявить оптимальный вариант компоновки АРМ, оснащенного дисплейным терминалом, проанализирована работа оператора ЭВМ и водителя автомобиля. Задача оператора состояла в считывании информации с документа, который представлял собой задание на проведение текущей работы или журнал для записей. Во втором случае оценивалась работа водителя при управлении автомобилем и вводе информации на компьютерное устройство при ее корректировке и получении необходимых сведений с дисплея.

Для отработки компоновочных решений с учетом антропометрических характеристик пользователей использованы РМ оператора и водителя автомобиля. В первом случае РМ состояло из рабочей мебели (стол и стул) с регулируемыми параметрами высоты и наклона, комплект компьютерной техники. Во втором случае АРМ водителя, оснащенное штатными приборами и компьютерным дисплейным устройством.

В результате выбраны варианты компоновки элементов АРМ, степень оптимальности которых оценивалась по времени и безошибочности работы, зрительному и моторному маршрутам и показателю субъективной усталости. В итоге было получено, что по оценочным показателям при таком виде задач лучшим являлся такой компоновочный вариант, при котором экран, документ и клавиатура находились перед оператором на одной линии. При других типах задач оптимальным может быть иной вариант компоновки, который при организации АРМ имеет время обработки информации. Задачи компоновки АРМ необходимо решать комплексно, так как на каждой стадии разработки системы человек-дисплей (СЧД), меняются распределение их значимости и степень проработки.

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Трудовой кодекс Российской Федерации от 30.12.2001 № 197-ФЗ (ред. от 28.12.2024). – Доступ из справ.-правовой системы Гарант. – Текст: электронный.
2. Березкина, Л. В. Эргономика : учеб. пособие / Л. В. Березкина, В. П. Кляуззе. – Минск : Высш. шк., 2013 – 431 с.
3. ГОСТ Р 12.2.049-80 ССБТ. Оборудование производственное. Общие эргономические требования : Межгосударственный стандарт : введен в действие Постановлением Госстандарта СССР от 17 июля 1980 г. N 3679.
4. ГОСТ 12.2.032-79 ССБТ. Рабочее место при выполнении работ сидя. Общие эргономические требования – Постановлением Государственного комитета стандартов Совета Министров СССР от 26 апреля 1978 г. № 1102 срок введения установлен с 01.01.1979.
5. ГОСТ Р 52280-2004 Автомобили грузовые. Общие технические требования – утвержден и введен в действие Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 15 декабря 2004 г. № 107-ст.
6. ОСТ 37.001.413-86 ССБТ. Кабина. Рабочее место водителя. Расположение органов управления грузовых автомобилей, автобусов и троллейбусов. Основные размеры. Технические требования – утвержден Министерством автомобильной промышленности СССР 29.08.1986, актуализирован 01.01.2021.

# ЭКСПЛУАТАЦИЯ И РЕМОНТ НАЗЕМНЫХ ТРАНСПОРТНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ КОМПЛЕКСОВ

## ТЕХНОЛОГИЯ РЕМОНТА «НЕРЕМОНТИРУЕМЫХ» УЗЛОВ ДВС

Левин Виктор Филиппович, к.т.н., доцент кафедры АиАХ, [vflevin@list.ru](mailto:vflevin@list.ru)

Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова, г. Барнаул, Россия

*В статье рассмотрены три нестандартные технологии ремонта узлов бензиновых двигателей. Приведено восстановление блока цилиндров методом гильзования, ремонт постели распределов и технология регулировки зазора клапанов при помощи шлифования толкателя.*

**Ключевые слова:** автомобиль, двигатель, технология ремонта, восстановление.

Многие современные двигатели иномарок не предполагают восстановительный ремонт узла, а только его полную замену. Первичные признаки необходимости ремонта: потеря мощности, плохой запуск, отсутствие холостых оборотов, стук. Производится диагностика для выявления основных неисправностей, которая, довольно подробно, описана в литературе по техническому обслуживанию и ремонту конкретных автомобилей, например, [1,2,3].

### **1 Восстановление блока цилиндров.**

Многие производители автомобилей изготавливают блок цилиндров из алюминия с не-косиловым покрытием. В эксплуатации происходит большой износ цилиндров или их задиры. Ремонт осуществляется лишь полной заменой блока цилиндров, стоимость которого на 2024 год составляет более 200000 руб. По этой причине была разработана следующая технология ремонта – гильзование блока цилиндров. Процесс гильзования – это впрессовывание специальной втулки, которая фактически является рабочими стенками цилиндра и имеет заводские размеры цилиндра. Для запрессовки втулки сначала осуществляется расточка цилиндров, во время которой необходимо добиться создания правильной геометрии посадочных гнезд под гильзы. Любое малейшие отклонения от нормы недопустимы, так как, например, эллипс в гнезде после установки проявится и на поверхности самой гильзы, в следствии чего будет большой износ колец и поршня, так как рабочая поверхность будет неправильной. При правильной установке и качественных деталях, а также при правильной эксплуатации ресурс двигателя, ремонт которого выполнен технологией гильзования, составит более 150000 км.

Существует два типа гильз мокрые и сухие. Мокрыми называются гильзы, наружные стенки которых омывается охлаждающей жидкостью, циркулирующей в системе каналов. Блок цилиндров с «мокрыми» гильзами обеспечивает лучший отвод тепла, поэтому «мокрые» гильзы получили очень широкое распространение. Сухие гильзы запрессованы в тело цилиндра и не имеют прямого контакта с охлаждающей жидкостью. По данной технологии образуется именно сухой тип гильз.

Процесс гильзования блока осуществляется в несколько этапов:

- 1) Растачиваются цилиндры под гильзы;
- 2) Блок цилиндров нагревается до температуры около 150 °С, а гильза перед установкой охлаждается в жидком азоте и обрабатывается специальным средством, которое не позволяет образовываться конденсату во время установки холодной втулки в горячий блок;
- 3) Гильза (втулка) вставляется в посадочное гнездо.
- 4) Гильза растачивается под конкретный размер каждого поршня.
- 5) Производится хонинговка рабочей поверхности гильзы и выставление теплового зазора между юбкой поршня и стенкой цилиндра.
- 6) Выполняется шлифовка прилегающей поверхности газового стыка с головкой блока цилиндров.

Сам по себе процесс расточки блока цилиндров довольно простой, и он представляет собой физическую расточку стенок цилиндров двигателя с целью увеличения их объема и восстановления идеальной формы. Блок цилиндров крепится на станину специального станка, и выставляется по уровню. Далее задается размер и на станке начинаются работы. Очень важно, чтобы станок был настроен и откалиброван, мог держать требуемый размер, иначе результат расточки для блока цилиндров не может быть качественным.

Когда все подготовлено и проверено, можно приступать к установке гильзы. Лучше всего это сделать, обеспечив разность температур деталей (рисунок 1). Для этого необходим жидкий азот или в крайнем случае углекислый газ для охлаждения гильзы и специальная печь для нагрева блока (нагрев не должен превышать 180 °С – иначе блок может покоробиться). Разница в температуре и специальный клеящий состав позволяет добиться максимального прилегания частей. После того, как температуры блока и гильзы выравниваются их будет уже невозможно разделить. Гильза (втулка) вставляется в посадочное гнездо. В зависимости от конструкции гильзы могут запрессовываться в блок цилиндров, либо благодаря разницы температур вставляться под своим весом или прилагая небольшое усилие.



Рисунок 1 – Обеспечение разности температур блока и гильзы

Так как у поршней между собой имеются небольшие расхождения в размерах, для получения более точного результата, и наилучшего качества работы, каждая гильза точится под определенный поршень, и менять их местами настоятельно не рекомендуется.

Хонингование рабочей поверхности гильз – это завершающая стадия обработки цилиндров. Результатом хонингования является уменьшение шероховатости стенок цилиндров, что позволяет повысить качество приработки поршней и поршневых колец. Главная задача подобной процедуры – увеличить срок службы двигателя, благодаря уменьшению износа деталей в период их приработки.

Также при хонинговке на стенках цилиндров образуется микроскопическая сетка, в виде мелких царапин. Данная сетка необходима, чтобы на ней оседало масло, что позволяет повысить качество смазки трущихся деталей в процессе работы двигателя.

Хонинговка проводится в два этапа:

1. Сначала на станок устанавливаются черновые хонинговальные головки, которые имеют крупный абразив. Они необходимы, чтобы после расточки гильз удалить неровности, которые могли остаться по окончании работы.
2. На втором этапе используются хонинговальные головки с мелкозернистым абразивом. Данный процесс протекает дольше.

В завершении хонингования, необходимо промыть цилиндры керосином или другим средством, препятствующим коррозии. Также рекомендуется завершать процесс хонингования чисткой с использованием абразивной пасты, за счет этого удастся сгладить последние

неровности, удалить заусенцы, углы и впадины, которые могли образоваться в процессе хонингования.

Шлифовка плоскости разъема блока цилиндров с головкой блока цилиндров применяется для устранения забоин, царапин, а также для исправления кривизны поверхности привалочной плоскости. Обработка ведётся на специальном станке. Количество материала, которое допустимо снимать с плоскости блока цилиндров указано в руководстве по ремонту. Блок цилиндров перед обработкой на станке устанавливается так, чтобы съём материала был минимальным. Это делается для того, чтобы при сборке двигателя можно было как можно точнее рассчитать объём камеры сгорания и соответственно применить различные операции для сохранения стандартного объёма камеры сгорания.

## 2 Ремонт постели распределительных валов

Причин износа постелей распределительных валов может быть несколько: перегрев, масляное голодание, стружка в масле, разжижение масла, а также естественный износ. Причиной износа постелей распределительных валов явился естественный износ, вследствие чего из-за конструктивной особенности работы распределительного вала между постелью и крышкой образовался эллипс (рисунок 2).



Рисунок 2 – Износ постели и крышки распределительного вала

Технология ремонта заключается в выпрямлении оси работы распределительного вала и скруглении отверстий посадки распределительных валов. Для этого необходимо «занизить» крышки постелей, то есть обработать их по плоскости разъема. Тогда посадка крышек станет ниже, а размер постелей уменьшится и станет меньше номинального как раз на величину припуска на обработку. После крышки постелей распредвала устанавливаются на место без распредвала, головка блока цилиндров жестко закрепляется на станке, и при помощи развертки посадочные отверстия распределительного вала разворачиваются до номинального размера, при этом восстанавливая окружность посадочных отверстий.

## 3 Технология регулировки зазора клапанов при помощи шлифования толкателя

На многих современных двигателях регулировка клапанов осуществляется при помощи подбора размерного толкателя [4].

Для двигателей существует несколько десятков регулировочных размеров с шагом 0,02 мм. толщиной от 5,06 мм до 5,74 мм. Обозначение размера толкателя выбито на его внутренней стороне (рисунок 3).

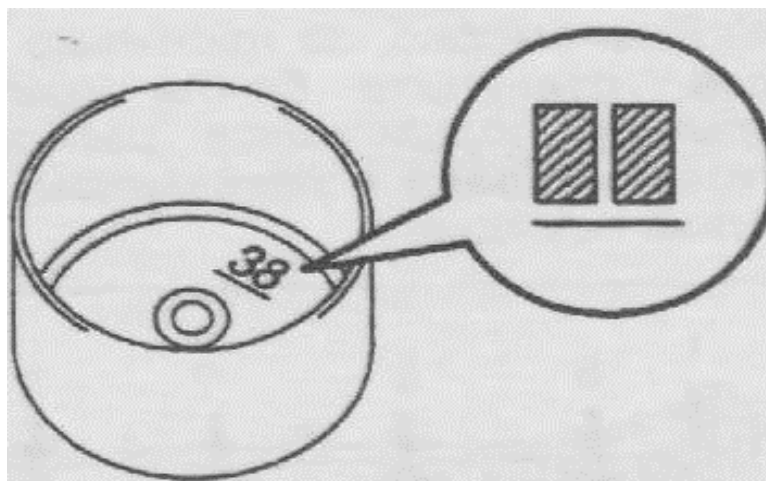


Рисунок 3 – Обозначение размера толкателя

После замера зазоров клапанов составляется таблица со значениями «до». Затем демонтируются распределительные валы и вынимаются толкатели. Составляется схема расположения толкателей и их размеров. Для начала выполняется замер толкателя при помощи микрометра на наличие естественного износа, и данные в схеме поправляются.

Затем производится замена толкателей местами для получения необходимого зазора используя формулу

$$N = F + (T - L), \quad (1)$$

где N – размер нового стакана

F – размер старого стакана

T – зазор, который вы измерили

L – средний зазор, который должен быть (например, для Тойоты) 0,24 на впуске и 0,35 на выпуске.

Затем производится замена толкателей местами для получения необходимого зазора используя формулу 1. После того, как вариантов достижения необходимого зазора путем изменения месторасположения толкателей не остается, необходимо подбирать новый толкатель нужного размера, или применить технологию подгонки размера толкателя. Данная технология применяется только для изменения размера толкателя в наименьшую сторону от заводского значения. Если же необходим толкатель большего значения чем заводской, то необходима замена толкателя на новый с увеличенным размером.

Технология увеличения теплового зазора клапанов заключается в фрезеровке внутренней рабочей поверхности толкателя (рисунок 4).

Затем при помощи формулы, представленной выше, вычисляется нужный размер. При помощи специальной насадки фрезеруется внутренняя рабочая поверхность, с периодическими замерами размера (рисунок 5).

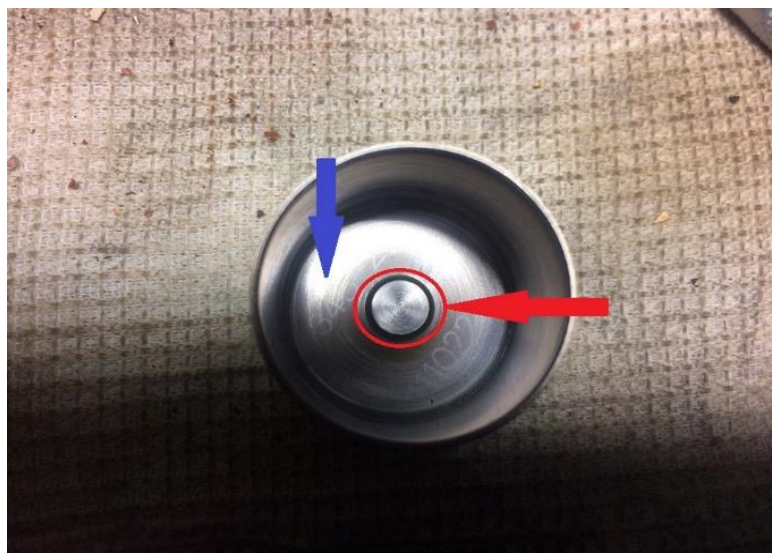


Рисунок 4 – Внутренняя рабочая поверхность толкателя



Рисунок 5 – Фрезеровка внутренней рабочей поверхности толкателя

Применяя разработанные технологии ремонта и восстановления узлов и деталей двигателя автомобиля, возможно достичь большую эффективность при ремонте ДВС.

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Дмитриевский, А.В. Автомобильные бензиновые двигатели / А. В. Дмитриевский. – Москва : ООО «Издательство АСТ», 2003. – 128 с.
2. Инжектор сервис [Электронный ресурс]. Оборудование для диагностики систем управления и механики двигателя. – 2002-2017. – Режим доступа: <http://injectorservice.com.ua/> (дата обращения: 20.05.2018)
3. Ремонт и обслуживание автомобилей Тойота. – Москва : Легион-Автодата, 2003. – 256 с.
4. Шапошников, Ю. А. Технологические процессы технического обслуживания и ремонта автомобилей. В четырех частях. – Ч. 3. – Основы технического обслуживания и диагностики. Техническое обслуживание двигателя автомобиля: Учебное пособие по дисциплине «Технологические процессы технического обслуживания и ремонта транспортных и транспортно-технологических машин и комплексов» Ю. А. Шапошников, В. Ф. Левин – Барнаул : Изд-во АлтГТУ, 2012 г. – 74 с.

# НАТУРНЫЕ ИСПЫТАНИЯ ГУСЕНИЧНОГО АСФАЛЬТОУКЛАДЧИКА ДЕСНА 1800 ОТЕЧЕСТВЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА НА ТРАССЕ М-7 «ВОЛГА» В РЕСПУБЛИКЕ БАШКОРТОСТАН

Старков Андрей Валерьевич<sup>1</sup>, аспирант кафедры дорожно-строительных машин,  
e-mail: andreystar2000@bk.ru

Тагиева Наталья Константиновна<sup>1</sup>, к.т.н., доцент, e-mail: natagie@mail.ru

Веретенников Александр Сергеевич<sup>2</sup>, главный специалист отдела ДСТ,  
e-mail: vas@gkmp32.com

<sup>1</sup> Московский автомобильно-дорожный государственный технический университет (МАДИ),  
г. Москва, Россия

<sup>2</sup> ООО «НПО «Группа компаний машиностроения и приборостроения»  
г. Москва, Россия

*Современные тенденции развития дорожно-строительной техники предъявляют особые требования к реализации вопросов испытаний современных узлов и механизмов. Данная работа связана с проведением испытаний реального образца техники, выявлением его эксплуатационных возможностей, проверить работоспособность асфальтоукладчика ДЕСНА 1800, и получением температурного профиля асфальтобетонной смеси по всей ширине укладки. По результатам испытаний сформирована и проанализирована температурная карта укладки асфальтобетонной смеси с дальнейшим выявлением положительных и отрицательных результатов.*

**Ключевые слова:** температурная карта, асфальтоукладчик, анализ, ДЕСНА 1800, испытания.

Создание дорожно-строительной техники должно удовлетворять современным требованиям, подходам к проектированию и обеспечению выполняемой технологии, что является трудоемкой задачей. Ее реализация с учетом современных тенденций в машиностроении возможна производителями дорожно-строительной техники с основательной производственной базой. Инициативу и смелость в реализации современных подходов в проектировании взяло на себя отечественное производство ООО «НПО «ГКМП», разработав и произведя конкурентоспособный гусеничный асфальтоукладчик [1, 2, 3]. Самым важным результатом реализации проекта ООО «НПО «ГКМП» по проектированию стали испытания гусеничного асфальтоукладчика ДЕСНА 1800 с шириной укладки до 7 метров в реальных условиях эксплуатации на трассе М-7 «Волга» в республике Башкортостан (рисунок 1).



Рисунок 1 – Укладка асфальтобетонной смеси асфальтоукладчиками ДЕСНА 1800 и Дунарас

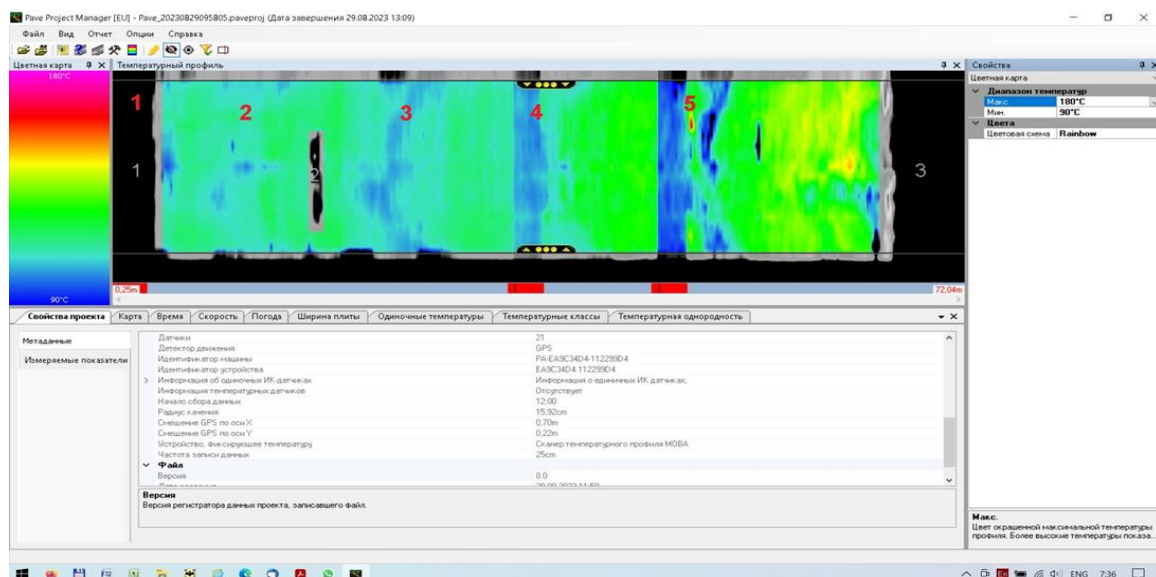


Рисунок 2 – Температурный профиль гусеничного асфальтоукладчика ДЕСНА 1800

Задачей проведения испытаний было проверить работоспособность асфальтоукладчика ДЕСНА 1800 и реализовать возможность получения температурного профиля, анализ данных которого позволил оценить температуру уложенной асфальтобетонной смеси по всей ширине укладки. Анализ температурной карты укладки позволил сформировать следующие выводы:

1. Диапазон температур профиля: верхняя граница 180°C, нижняя 90°C; можно выделить пять «холодных» зон: первая загрузка (первая зона) исключена из расчетов ввиду старта укладки и рассыпанной асфальтобетонной смеси, остальные четыре «холодных пятна» – следствие периодичности загрузки бункера асфальтоукладчика самосвалами;

2. Особого внимания требуют первые три загрузки, так как самосвалы пришли с температурой ниже, чем последние две загрузки, что связано с несколькими причинами: асфальтобетонный завод ещё не вышел на полную мощность, отсутствие полного пакета информации о коэффициенте остывания асфальта за время пути самосвала от завода до места проведения работ;

3. Загрузку бункера асфальтоукладчика самосвалами во второй и третьей зонах нельзя назвать «холодным пятном», так как мы видим размазанные холодные области, что говорит о качестве распределения смеси во время работы асфальтоукладчика и благоприятно сказывается на однородности смеси; на четвертой и пятой зонах видны явные «холодные пятна», что является результатом наличия/отсутствия перегружателя; на второй и третьей зонах использовался перегружатель, что способствовало однородности смеси, на четвертой и пятой зонах загрузка асфальтобетонной смеси происходила напрямую в бункер асфальтоукладчика, что привело к увеличению температурной сегрегации, что связано с неоднородным остыванием смеси в кузове; наибольшему остыванию подвержена смесь непосредственно находящаяся у переднего и заднего борта кузова самосвала; изначально смесь в бункер асфальтоукладчика попадает с заднего борта кузова самосвала, затем горячая «середина», а завершает же загрузку холодная смесь с переднего борта;

4. Отметим, что температурный профиль можно рассматривать более подробно с проведением детального анализа проблемных участков, например, на четвертой зоне (рис. 3) температура асфальта понизилась до 110°C, а на 5 зоне до 95°C, скорее всего, в этих местах асфальтобетонная смесь не будет достаточно уплотнена, впоследствии эти места станут первыми «кандидатами» на ремонт;

5. Если сравнивать «холодные пятна» четвертой и пятой зон (рис. 3), можно сделать вывод о влиянии длительности остановки асфальтоукладчика на сегрегацию; в четвертой зоне самосвал разгрузили быстро, а в пятой зоне, самосвал долго разгружался, поэтому видно два «холодных пятна» в форме выглаживающей плиты асфальтоукладчика.

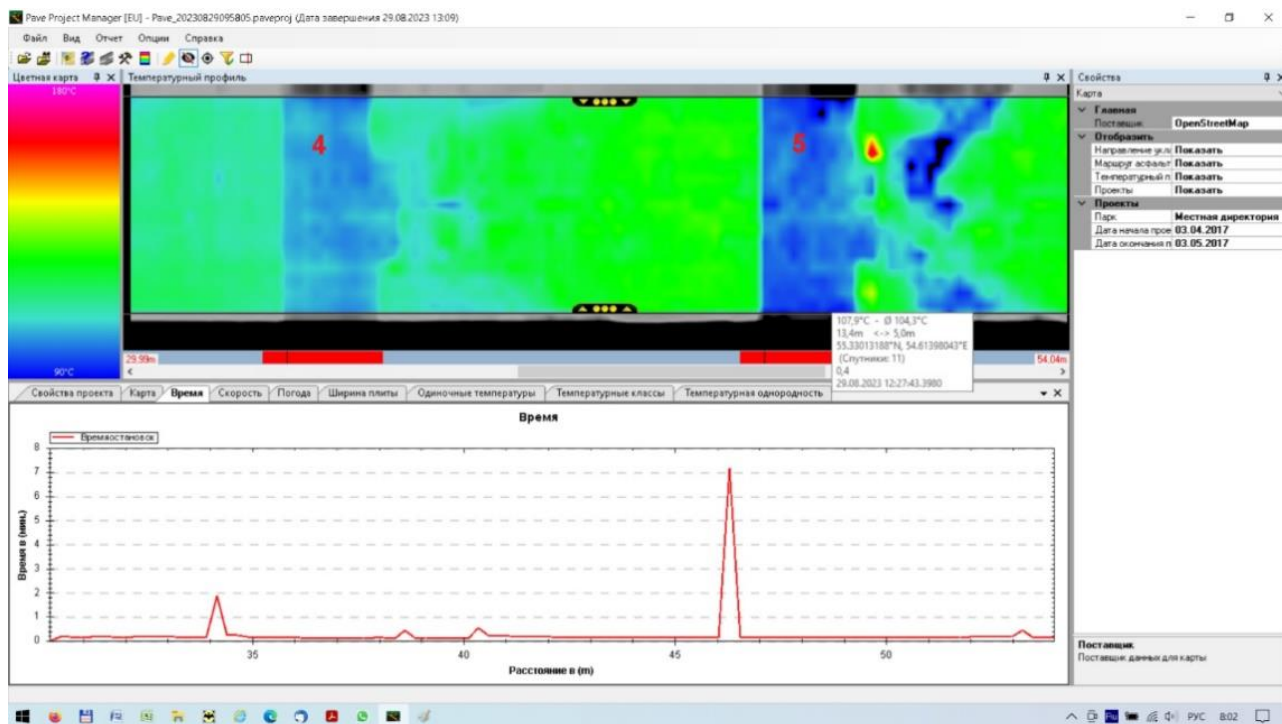


Рисунок 3 – Продолжительная разгрузка самосвала в пятой зоне

Во время испытаний оператор держал скорость в диапазоне от 1,5-2 м/мин. Постоянно менять скорость во время проведения работ по укладке асфальтобетонной смеси не рекомендуется. Бывают сложности с доставкой смеси до места проведения работ, в этом случае происходит снижение скорости укладки и качество укладываемой смеси из-за температурной сегрегации. Если же производить укладку в заданных скоростных режимах с незначительным простоем самосвалов в ожидании перегрузки асфальтобетонной смеси в асфальтоукладчик, то можно добиться высокой скорости укладки с высоким качеством распределяемой смеси для дальнейшего ее уплотнения.

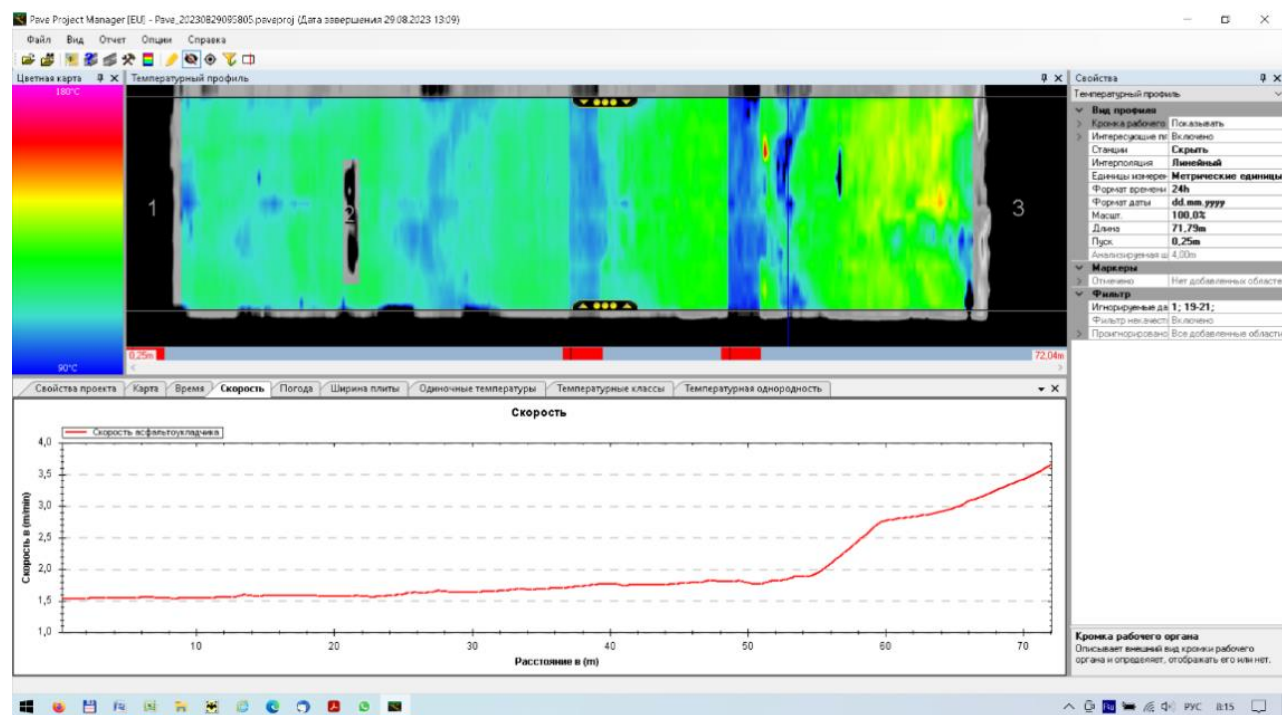


Рисунок 4 – Анализ скорости асфальтоукладчика ДЕСНА 1800

Отдельно стоит отметить такой параметр, как «одинокные температуры», рисунок 5. Чёрная линия – это данные с определенного температурного датчика, размещённого в бункере асфальтоукладчика и показывающего температуру поступающего в бункер материала. Жёлтая линия – данные с температурного сканера, фиксирующего температурный профиль укладываемого материала. Как правило, они должны постоянно коррелироваться, желтая линия должна быть ниже черной. Это связано с транспортировкой смеси в узлах асфальтоукладчика. На изображении выделена область, где желтая линия уходит выше черной, что связано с полной выработкой материала из бункера и крайне не рекомендуется.

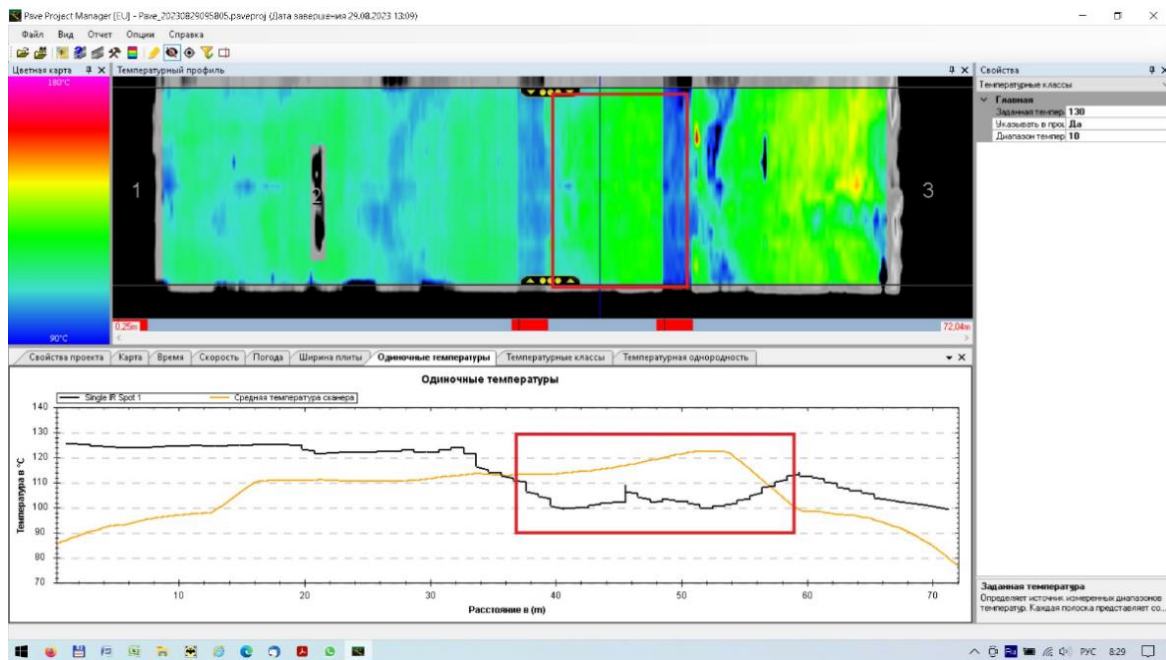


Рисунок 5 – Анализ «одинокных температур» асфальтоукладчика ДЕСНА 1800

Параметром «Температурная однородность», рисунок 6, система ставит оценку качества по 100-балльной шкале. Исходя из полученных данных однородность асфальтобетонной смеси при укладке имеет среднюю оценку (56 баллов).

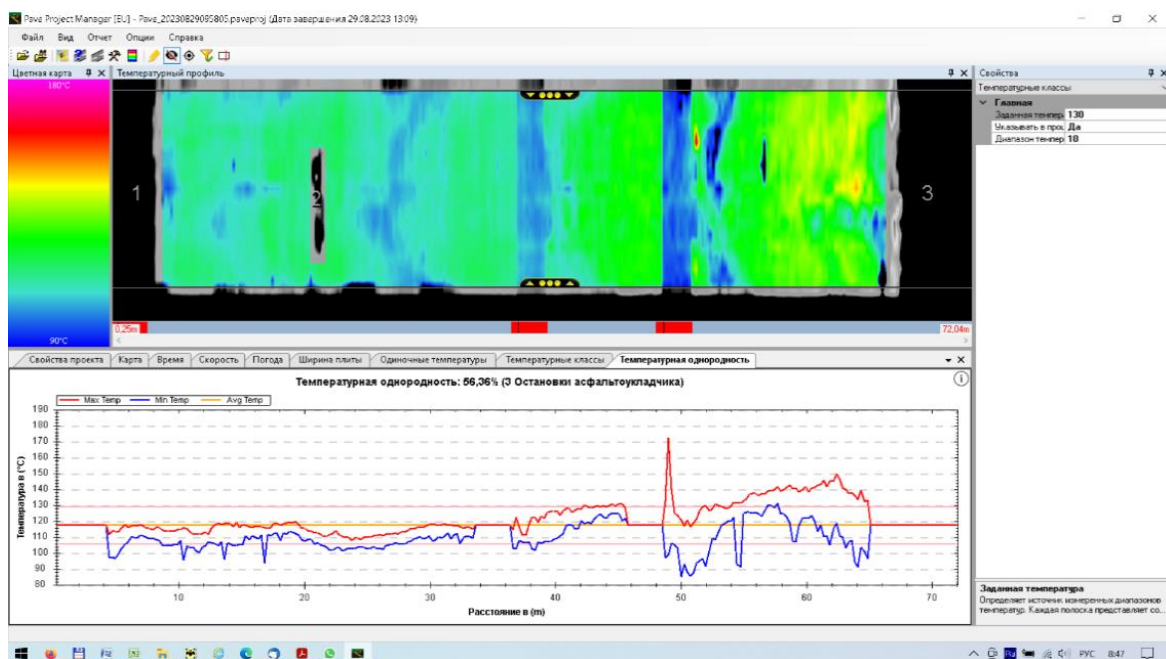


Рисунок 6 – Оценка системы процесса работы асфальтоукладчика ДЕСНА 1800

Проведённые испытания позволило проверить работоспособность асфальтоукладчика ДЕСНА 1800 и получить следующие выводы: асфальтоукладчик показал эффективность укладки смеси при постоянной скорости на участке проведения работ; период работы предусматривал две остановки асфальтоукладчика (не считая начала проведения работ); наличие перегружателя показало свою эффективность (первые три зоны); весь период испытаний показал полную исправность всех узлов асфальтоукладчика, что отражено на температурном профиле. Отрицательными моментами испытаний являются следующие факты: сравнительно «холодная» асфальтобетонная смесь в первых трёх самосвалах, полная выработка материала из бункера после четвёртого самосвала, отсутствие перегружателя на четвертой и пятой загрузках, долгая прямая разгрузка пятого самосвала без применения перегружателя.

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Кустарев, Г. В. Техника и технология для скоростного строительства асфальтобетонных покрытий: учебное пособие / Г. В. Кустарев, С. А. Павлов, А. В. Ушков. – Москва : Московский автомобильно-дорожный государственный технический университет (МАДИ), 2023. – 132 с. – EDN RGPYXN.
2. Совершенствование технологии укладки асфальтобетонной смеси путем внедрения специальной машины для повышения износостойкости долговечности покрытий / М. А. Яковлев, М. И. Сартаков, А. В. Ушков, О. Ю. Улитич // Автомобиль. Дорога. Инфраструктура. – 2023. – № 4(38). – EDN YPRCVU.
3. Ушков, А. О дорожно-строительных машинах и технологии в строительстве / А. Ушков // Автомобильные дороги. – 2024. – № 5(1110). – С. 4. – EDN NJIMWL.

# СРАВНИТЕЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПАРАМЕТРОВ ФИЗИЧЕСКИХ ПОЛЕЙ В КОНСТРУКЦИИ АВТОМОБИЛЕЙ С ГИБРИДНОЙ И ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ СИЛОВОЙ УСТАНОВКОЙ

Соколов Данил Сергеевич, ассистент, e-mail: dan2311dan@gmail.ru  
Кузнецов Евгений Евгеньевич, д.т.н., профессор, e-mail: ji.tor@mail.ru  
Лоскутова Елена Викторовна, к.т.н., доцент, e-mail: lockytov13@mail.ru

Дальневосточный государственный аграрный университет, г. Благовещенск, Россия

*Переход к так называемой «зелёной» энергетике включает постепенное вытеснение автомобилей с традиционными двигателями внутреннего сгорания на модели, оснащённые гибридными или электрическими силовыми системами. Однако установка высоковольтных компонентов предполагает наличие физических полей различной интенсивности и влияния на живые организмы. В связи с чем целью проводимого исследования является выявление физических полей в конструкции автомобилей с гибридными и электрическими приводами, определение их мощности и поиск малозатратных способов снижения до оптимальных для человека параметров.*

**Ключевые слова:** электромобиль, гибридная силовая установка, городская среда, потенциально опасные излучения, предельно допустимые нормы, экранирующие материалы, эксплуатация, безопасность.

Анализ современных исследований в обозначенном уровне техники и применённый измерительный комплекс в виде высокоточных приборов, предназначенных для определения физических полей и замера их интенсивности, позволили выделить источники физических полей в автомобилях с различными типами силовых установок, получивших наибольшее распространение в условиях Дальнего Востока России. Экспериментально установлено, что наибольшими показателями обладают следующие элементы и системы:

- для бензиновых ДВС – высоковольтные провода и аккумуляторная батарея (АКБ);
- для гибридного автомобиля – высоковольтная батарея, электродвигатель, высоковольтная кабельная магистраль и АКБ;
- для электромобиля – электродвигатель, тяговая батарея, инвертор, АКБ и зарядный блок.

Как известно, физические поля в современных автомобилях могут оказывать существенное влияние как на работу электроники, так и на уровень здоровья и самочувствие пассажиров [1, 2]. При этом для снижения интенсивности наблюдаемых полей применяются различные технологии и методы, такие как:

- экранирование кабельных магистралей и источников излучения;
- использование низко эмиссионных материалов при формировании источников излучения.

Теоретические исследования нуждаются в экспериментальном подтверждении, в связи с чем для проведения сравнительных экспериментов в качестве объектов были выбраны электромобиль Nissan Leaf, автомобили с гибридной силовой установкой Toyota Prius, Toyota Alphard, Toyota C-HR, Toyota Aqua, Honda Shuttle, автомобиль с классическим бензиновым ДВС Toyota Sienta. Выбор данных моделей автомобилей обоснован их наибольшим распространением в Амурской области.

При проведении экспериментальных исследований и опытных замеров использовались следующие электронные приборы и измерительное оборудование:

- Multi-Field EMF Met и EMF Tester - приборы предназначены для измерения магнитного поля, напряжённости электрического поля и радиочастотных излучений;
- Tesla/Gauss Meter – прибор предназначен для измерения напряжённости магнитного поля.

При проведении натурных экспериментов были выбраны следующие режимы вождения транспортных средств (режим покоя для электромобиля):

- снятие параметров физических полей в контрольных точках при незаведённом двигателе автомобиля (режим запуска для электромобиля);
- снятие параметров физических полей в контрольных точках на автомобиле с заведённым двигателем в режиме подготовки к движению (режим подготовки к движению)
- снятие параметров физических полей в контрольных точках при движении автомобиля со скоростью 40 км/ч (стандартный городской режим)

– снятие параметров физических полей в контрольных точках при движении автомобиля со скоростью 60-70 км/ч (ускоренный городской режим)

Замеры в ходе эксперимента проводились в следующих точках: водительское сидение (Вс), переднее пассажирское сидение (Пс1), задние пассажирские сидения (Пс2, Пс3, Пс4). Проводился замер следующих физических величин: напряженности магнитного поля (мТл); радиочастотного излучения (мВт/см<sup>2</sup>); напряженности электрического поля (В/м). Согласно действующим нормам СанПин № 2.3.4.3359-16 радиочастотное излучение не должно превышать 10 мВт/см<sup>2</sup>, при этом продолжительность воздействия поля на организм человека составляет не более 120 минут в сутки. Напряжённость электрического поля не должна превышать 23 В/м, при этом продолжительность воздействия на организм должна составлять не более 90 минут в сутки.

Для проведения эксперимента по снижению интенсивности физических полей были подобраны критерии выбора экранирующих материалов, приведённые в таблице 1. При этом наиболее соответствующими были выбраны: алюминиевая фольга толщиной 1 мм (рисунок 1), алюминиевая фольга толщиной 2 мм (рисунок 2) и фольгированный пенофол толщиной 5 мм (рисунок 3).

Таблица 1 – Критерии выбора экранирующих материалов

| Критерии выбора материала               | Материалы         |                   |                    |                    |                     |                        |
|-----------------------------------------|-------------------|-------------------|--------------------|--------------------|---------------------|------------------------|
|                                         | Фольга            |                   |                    | ТРГ                | Ферритовая пластина | Фотопроводящий полимер |
|                                         | Алюминиевая       | Медная            | Оловянная          |                    |                     |                        |
| Стоимость                               | 400 руб. за 1 кг. | 800 руб. за 1 кг. | 4500 руб. за 1 кг. | 1700 руб. за 1 кг. | 1700 руб. за 1 шт.  | 3800 руб. за 1 кг.     |
| Эластичность (модуль упругости, ГПа)    | 70                | 128               | 47                 | 100                | 200                 | 0,192                  |
| Коэффициент экранирования, дБ           | 80                | 80                | 80                 | 130                | 120                 | 90                     |
| Коэффициент поглощения, м <sup>-1</sup> | 0,15              | 0,05              | 0,36               | 0,6                | 0,5                 | 0,6                    |

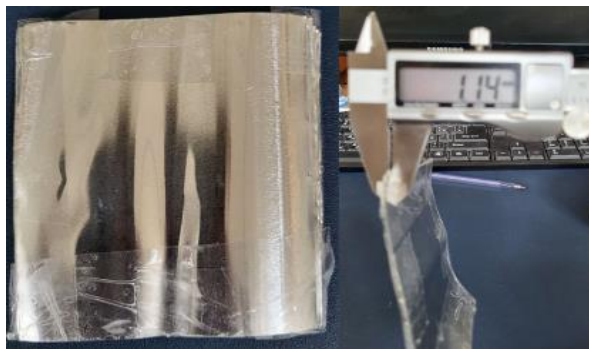


Рисунок 1 – Алюминиевая фольга толщиной 1 мм



Рисунок 2 – Алюминиевая фольга толщиной 2 мм

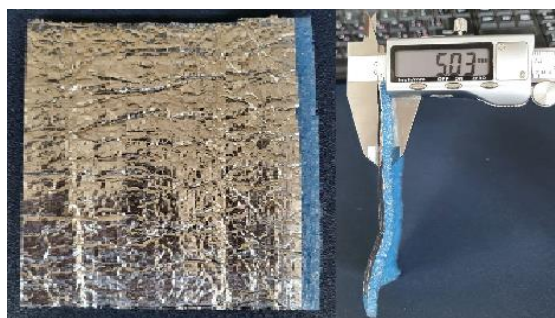


Рисунок 3 – Фольгированный пенофол толщиной 5 мм

На основании полученных в обозначенных точках замеров электромагнитных полей экспериментальных данных, а также руководствуясь положениями норм СанПин № 2.3.4.3359-16, принятыми в Российской Федерации, установлено, что показатели напряженности электрического поля и магнитной индукции в гибридном автомобиле марки TOYOTA модель Alfard и электромобиля NISSAN модель Leaf находятся в пределах санитарной нормы, при этом показатели радиочастотного излучения превышают допустимые нормы на 42 % [3,4]. Эксперимент показал, что возможностей используемых экранирующих материалов недостаточно для понижения показателя до допустимой нормы. Следовательно, необходимо или увеличивать толщину слоя экранирующего материала или использовать материалы с более высоким показателем экранирования. Полученные данные позволили представить сравнительные диаграммы по параметрам радиочастотного излучения с использованием материалов экранирующих ЭМИ для формирований рекомендаций при использовании исследуемых автомобилей (рисунок 4-5).

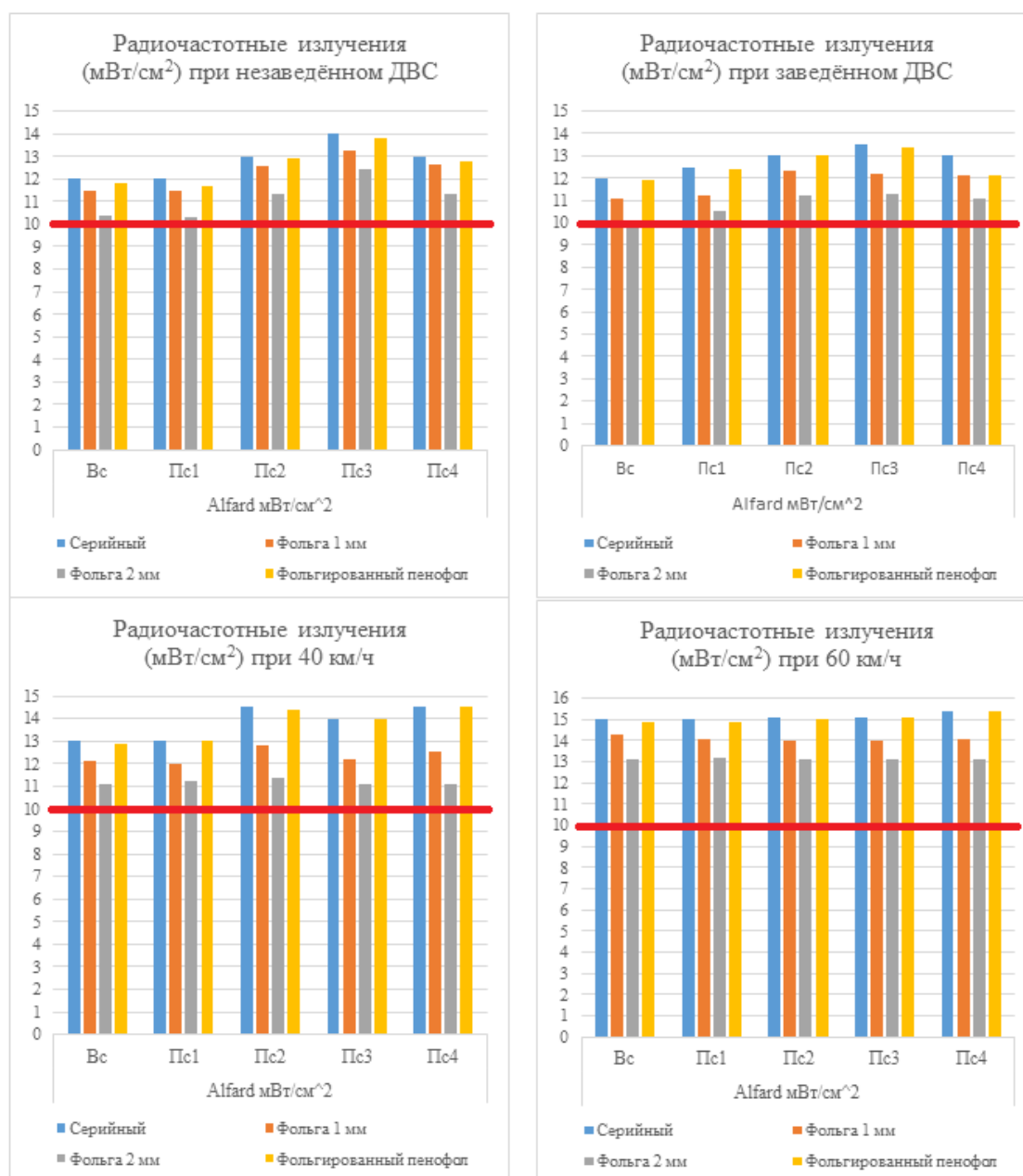


Рисунок 4 – Сравнительный график параметров радиочастотного излучения с использованием материалов экранирующих ЭМИ в автомобиле Alfard (ПДН воздействия на организм человека 10 мВт/см²)

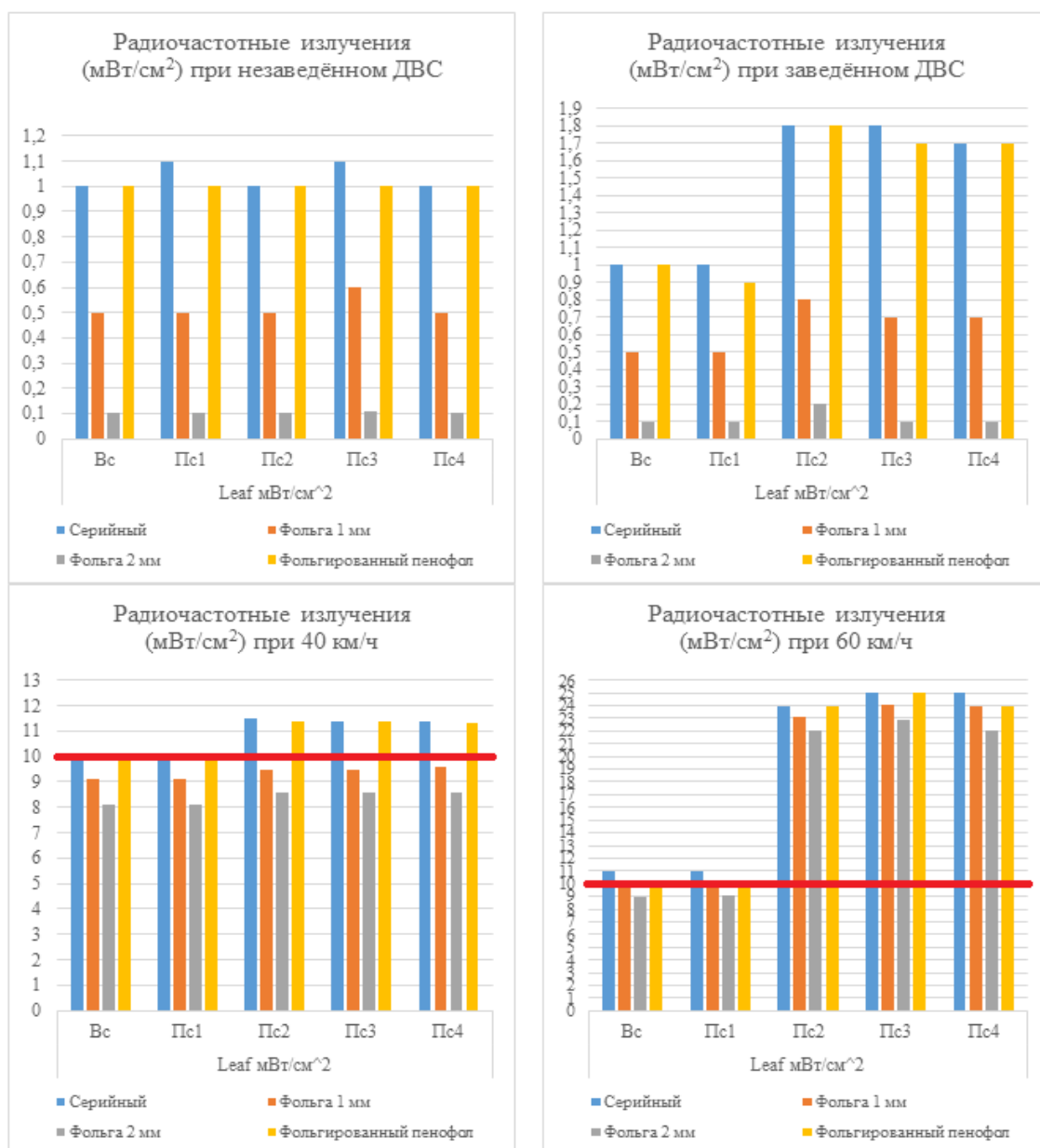


Рисунок 5 – Сравнительный график параметров радиочастотного излучения с использованием материалов экранирующих ЭМИ в автомобиле Leaf (ПДН воздействия на организм человека 10 мВт/см²)

Результаты исследований, позволяют сформулировать следующие обоснованные выводы:

Определено наличие и проведены исследования параметров распределения силовых полей в контуре транспортного средства с гибридной и электрической силовой установкой, а также их влияние на организм водителя и пассажиров. При этом установлено, что:

- показатель радиочастотных излучений в автомобиле с гибридным ДВС Toyota Alford превышает предельно допустимую норму по показателям напряжённости электрического поля и параметрам радиочастотного излучения в 2,1 раза, поэтому использование данного автомобиля в продолжительном режиме небезопасно как для водителя, так и для пассажиров;
- электромобиль NISSAN модель LEAF 2014 года выпуска также обладает потенциально опасными полями в виде напряжённости электрического поля и радиочастотного излучения.

Для остальных исследованных автомобилей замеренные показатели находятся в пределах нормы, что подтверждает их безопасность для водителей и пассажиров. В связи с чем исследуемые автомобили Toyota Sienta, Toyota Prius, Toyota C-HR, Honda Shuttle, Toyota Aqua могут быть рекомендованы к покупке и эксплуатации в пределах срока максимальной эксплуатации, как наиболее безопасные, так и экологичные модели современных легковых автомобилей.

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Раков, В. А. Исследование и испытание гибридных двигателей транспортных средств / В. А. Раков, А. В. Смирнов, Д. А. Колесниченко // Молодёжь. Наука. Инновации: Труды I международной научно-практической интернет-конференции. – Пенза : Пензенский филиал РГУИТП, 2010. – С. 246-257.
2. Раков, В.А., Особенности технического обслуживания гибридных автомобилей на территории РФ / В. А. Раков, И. К. Александров, А. Ю. Сальников // Вузовская наука – региону: материалы девятой всерос. науч.-техн. конф., 25 февр. 2011 г. – Вологда: Издательство ВоГТУ, 2011. – Т. 1. – С. 138-140.
3. Исследование показателей безопасности инновационных моделей автомобилей / Д. С. Соколов, Д. В. Гарипов, А. В. Кучер, Е. Е. Кузнецов // Перспективные направления развития автотранспортного комплекса, сборник статей XVI Международной научно-практической конференции под научной редакцией В. В. Салмина. – 2022. – 146 с.
4. Соколов, Д.С. Экспериментальные исследования по распределению потенциально опасных полей в конструкции автомобилей с электрической силовой установкой / Д. С. Соколов, Е. Е. Кузнецов // Уральский научный вестник. – 2023. – №1(5). – С. 135-140.
5. Сурин, Е. И. Энергетическая эффективность электромобилей и гибридных автомобилей / Е. И. Сурин, Т. В. Голубчик // Электроника и электрооборудование транспорта. – 2006. – №6. – С. 3-5.

# ПРИМЕНЕНИЕ ИНКЛИНОМЕТРИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА ДЛЯ БЕЗРАЗБОРНОЙ ДИАГНОСТИКИ АМОРТИЗАТОРОВ ПОДВЕСКИ ЛЕГКОВОГО АВТОМОБИЛЯ

Ус Семён Сергеевич, аспирант, ассистент, magusus@mail.ru

Кузнецов Евгений Евгеньевич, д.т.н, профессор, ji.tor@mail.ru

Ковалевский Вячеслав Николаевич, к.т.н., доцент, docent-dalgau3@yandex.ru

Дальневосточный государственный аграрный университет, г. Благовещенск, Россия

*Совершенствование процессов диагностирования автомобилей разработкой современных методов и применением передовых приборных комплексов позволит повысить качество и скорость получаемой информации о состоянии систем, снизить их трудоёмкость, повысив общую эффективность эксплуатации. Приведен пример безразборной диагностики амортизаторов легкового автомобиля, проведенной при помощи высокоточного инклинометрического приборного комплекса, способного измерять минимальные отклонения и вибрационные нагрузки исследуемого объекта по трём осям кватерниона.*

**Ключевые слова:** легковой автомобиль, подвеска, амортизатор, безразборная диагностика, инклинометр, вибрационная нагрузка

Проведение испытаний легковых автомобилей в целом и их систем – трудоёмкий процесс, который постоянно совершенствуется путём внедрения новых методов и алгоритмов проверки, механизмов, приборов или комплексов. Самым доступным известным способом диагностики ходовой системы автомобиля являются стендовые испытания. Анализ работ авторов [1, 2], проведенный в современном уровне техники, показал, что способы диагностирования транспортного средства имеют возможности по совершенствованию в направлении измерения вибрационной нагруженности, силовых и рабочих показателей его отдельных систем, узлов или элементов, моделированию и мысленному продолжению наблюдаемых процессов. Что позволит получать результаты диагностики как в пределах производственных мастерских, так и непосредственно в движении, в процессе эксплуатации. Усовершенствовать процесс диагностирования ходовой системы легкового автомобиля возможно, посредством использования высокоточного инклинометрического приборного комплекса [3].

При его использовании датчики приборного комплекса позволяют определять такие показатели как: продольный и поперечный угол наклона, параметр горизонтального рыскания, угловая скорость, магнитные колебания и кватернион. Фирменное программное обеспечение позволяет просматривать и записывать данные, полученные с инклинометрических датчиков (рисунок 1).

В качестве примера проведения безразборной диагностики были исследованы рабочие параметры амортизаторов подвески легкового автомобиля с целью определения их технического состояния, необходимости проведения замены или ремонта.

Для моделирования препятствий были использованы квадратные деревянные бруски высотой 30 мм, 40 мм, 50 мм, 70 мм. Бруски крепились к бетонной площадке испытательного полигона при помощи дюбель-гвоздей высокой прочности, за счёт чего достигалась неподвижность препятствия. Эксперимент проводился поочерёдно (не менее пяти повторности) со стороны правого амортизатора (колеса), со стороны левого амортизатора (колеса), одновременно с обеих сторон. Планом испытаний было предусмотрено проведение диагностики в два рабочих этапа: с неисправным амортизатором и с новым.



Рисунок 1 – Исследуемый автомобиль и место установки датчика приборного комплекса

Алгоритм проведения экспериментальных исследований:

1. Подключение инклинометрического датчика приборного комплекса при помощи Bluetooth к смартфону с установленным приложением для записи данных.
2. Калибровка датчика.
3. Установка датчика на переднюю силовую деталь кузова автомобиля (стальное усиление бампера).
4. Тестирование показаний датчика посредством нагружения нажатием через силовой бампер на точки опоры (передние движители) автомобиля, сначала со стороны правого амортизатора, затем со стороны левого амортизатора (рисунок 2).
5. Установка препятствия со стороны правого колеса.
6. Прохождение препятствия автомобилем и запись данных, полученных при помощи датчика приборного комплекса.
7. Установка препятствия со стороны правого колеса.
8. Прохождение препятствия автомобилем и запись данных, полученных при помощи датчика приборного комплекса.
9. Установка препятствия одновременно с двух сторон автомобиля.
10. Прохождение препятствия автомобилем и запись данных, полученных при помощи датчика приборного комплекса.
11. Данные переносятся на персональный компьютер.
12. Обработка полученных данных, составление графиков (рисунок 3).
13. Принятие решения о работоспособности амортизаторов.

Данные эксперимента показывают явное расхождение параметров формирования и затухания колебаний как на автомобиле с новыми, так и со старыми (неисправными) амортизаторами. При этом результаты (график на рисунке 3) показывают, что при исправном амортизаторе возникающие и затухающие колебания по осям кватерниона имеют более плавную амплитуду с меньшими отклонениями. Так на новом амортизаторе по оси X кривые формирования колебания, работы амортизатора и возвращения в исходное состояние более гармоничны, по оси Y, как и по оси Z также отмечается отсутствие резкого срыва амортизатора в исходных точках по сравнению с неисправным амортизатором.

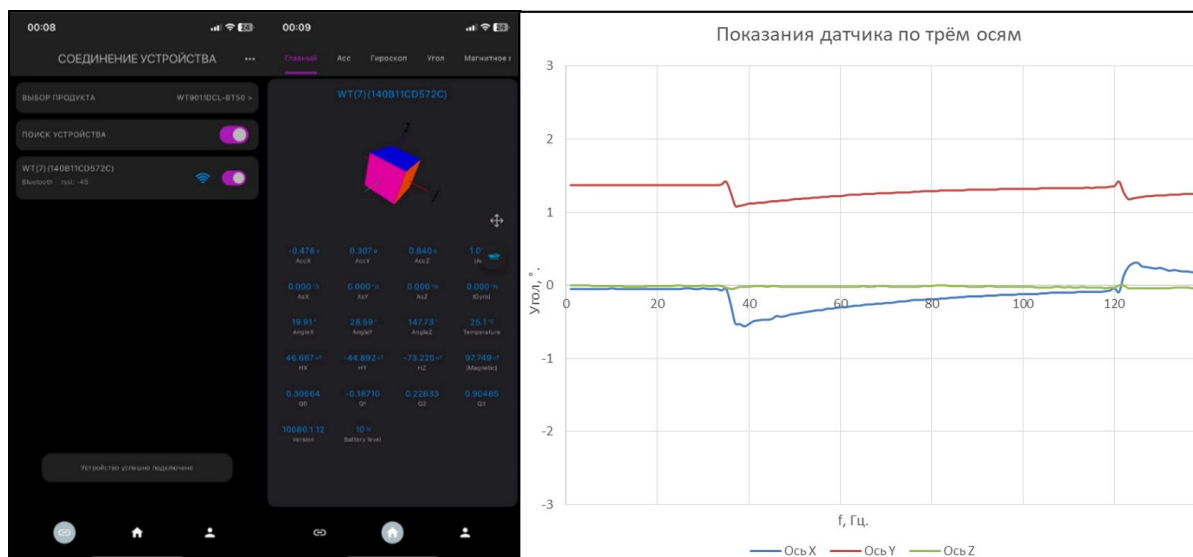
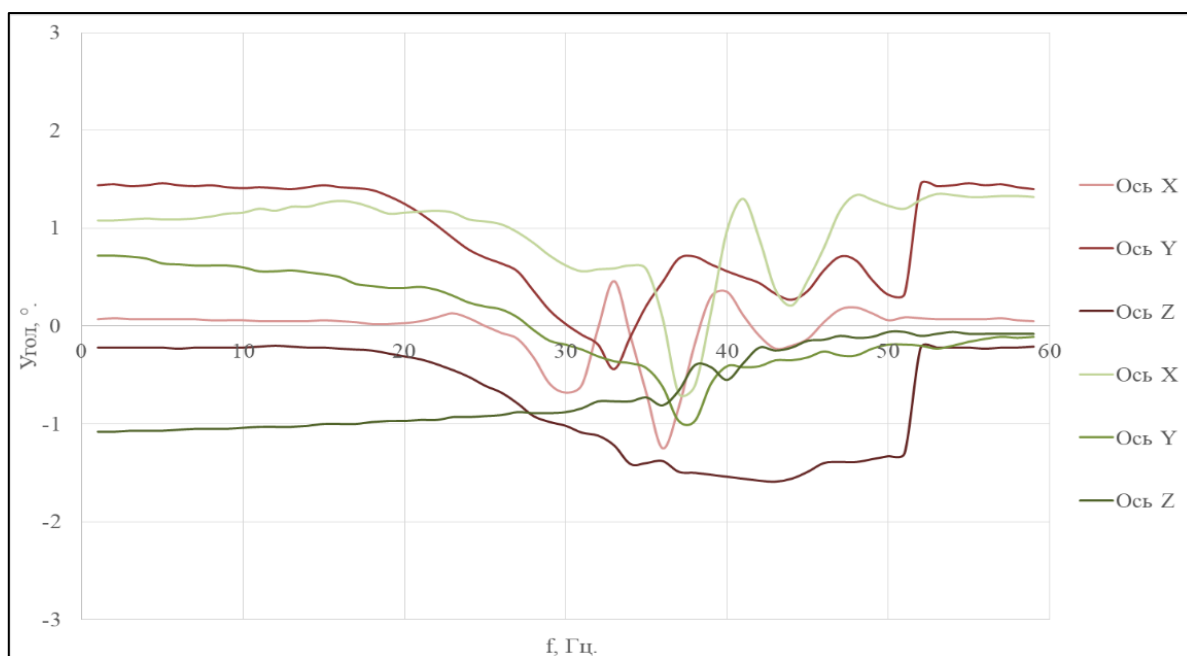


Рисунок 2 – Подключение датчика и тестирование показаний



Линии красных оттенков относятся к неисправному амортизатору;  
линии зелёных оттенков относятся к исправному амортизатору

Рисунок 3 – Экспериментальные результаты при скорости автомобиля 7 км/ч

Анализ полученных данных позволяет сделать вывод, что приборный комплекс позволяет определить неисправности работы амортизаторов. Данный способ будет особенно актуален на производстве, когда есть возможность снять, сохранить и использовать в дальнейшем показания систем нового эталонного образца транспортного средства для проведения последующей периодической диагностики, что позволит следить за износом деталей в режиме реального времени, прогнозировать эксплуатационные затраты и своевременно осуществлять контрольные операции ремонта или замены.

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Шакиров, А. С. Развитие диагностики автомобилей / А. С. Шакиров, О. В. Золотарев, Р. В. Зорин // Молодежь и научно-технический прогресс: Сборник докладов XVI международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. В 2-х томах, Губкин, 06 апреля 2023 года. – Губкин-Старый Оскол: Общество с ограниченной ответственностью "Ассистент плюс", 2023. – С. 191-194. – EDN SMRQLK.
2. Ахтулов, А. Л. Улучшение качества процесса диагностики автомобиля / А. Л. Ахтулов, А. Ю. Носач // Развитие дорожно-транспортного комплекса и строительной инфраструктуры на основе рационального природопользования: VII Всероссийская научно-практическая конференция ФГБОУ ВПО «СибАДИ» с международным участием, Омск, 26–27 апреля 2012 года. Том Книга 3. – Омск: Сибирская государственная автомобильно-дорожная академия (СибАДИ), 2012. – С. 140-144. – EDN YOOZMP.
3. Ус, С. С. Обоснование способа исследования характеристик движения тракторно-транспортного агрегата / С. С. Ус, К. Е. Кузнецов, Е. Е. Кузнецов // Актуальные вопросы автомобильного транспорта (АВАТ-2023) : Сборник статей Всероссийской научно-практической конференции, Барнаул, 15 декабря 2023 года. – Барнаул: Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова, 2024. – С. 124-127. – EDN UXDPKY.

## ЭЛЕКТРОМОБИЛЬ – ОСОБЕННОСТИ ЭКСПЛУАТАЦИИ

Шапошников Юрий Андреевич, д.т.н., профессор, e-mail: u\_shaposhnikov@mail.ru

Авраменко Данила Романович, студент гр. ЭТМ-11, e-mail: denra2501@mail.ru

Вдовенко Вадим Валерьевич, студент гр. ЭТМ-31, e-mail: vdovenk0v@yandex.ru

Федоров Роман Алексеевич, студент гр. ЭТМ-31, e-mail: roman.fyodorov.05@inbox.ru

Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова, Барнаул, Россия

*В статье изложен принцип работы электромобиля, основные конструктивные отличия и схожесть с автомобилем, что определяет эксплуатационные особенности электромобилей. В электродвигателях электромобиля меньше движущихся частей, чем в двигателях внутреннего сгорания, поэтому электромобили требуют меньшего объема технического обслуживания. Аккумуляторы электромобилей практически не требуют технического обслуживания, однако экстремальные температуры, как горячие, так и холодные, снижают ресурс батареи. Стоимость обслуживания электромобиля является одним из его главных преимуществ, с точки зрения стоимости эксплуатации электромобиля.*

**Ключевые слова:** электромобиль, электроэнергия, двигатель внутреннего сгорания, электродвигатель, аккумуляторные блоки, сеть, трансмиссия, техническое обслуживание, зарядка, зарядные устройства электроники, программное обеспечение, тормоза, шины, охлаждающая жидкость.

На электромобилях вместо классического ДВС используют электрический агрегат (рисунок 1), который конструктивно проще, поскольку содержит меньше деталей и механических соединений [1, 4]. Традиционный электродвигатель состоит из неподвижной части - статора, а также подвижного компонента – ротора [2]. На электромобилях в качестве трансмиссии, как правило, используют одно- или двухступенчатый планетарный редуктор. Время пополнения запаса батареи зависит от ее емкости, а также от типа и мощности зарядного устройства - оно может варьироваться от получаса до нескольких суток.



Рисунок 1 – Силовой блок электромобиля

Электромобиль приводится в движение электродвигателями, которые способны вращаться со скоростью до 20 000 оборотов в минуту (рисунок 2). Когда электродвигатель вращается, он взаимодействует непосредственно с трансмиссией, вращая колеса и приводя электромобиль в движение. Таким образом, трансмиссия электромобиля имеет меньше движущихся частей и требует меньше смазки и обслуживания.

Некоторые электромобили имеют от двух до четырех двигателей, но мощность распределяется между ними электронным способом, а не посредством переключения передач. Это означает отсутствие трансмиссионной смазки, по крайней мере, в традиционном смысле.

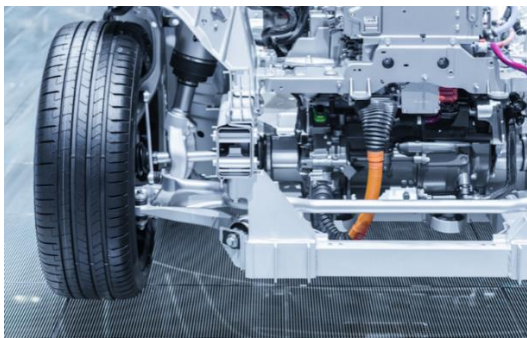


Рисунок 2 – Тяговые электродвигатели электромобиля

Прогнозируемый срок службы современных аккумуляторных батарей для электромобилей составит от 12 до 15 лет при использовании в условиях умеренного климата. Тем не менее, есть ряд условий, соблюдения которых может продлить срок службы аккумуляторной батареи. Экстремальные температуры, как горячие, так и холодные разрушают батареи. Автопроизводители учитывают это при разработке электромобилей, оснащая их необходимыми вспомогательными системами охлаждения и обогрева, помогающими поддерживать температуру аккумулятора на приемлемом уровне.

Не рекомендуется регулярно использовать быстрые зарядные устройства. Несмотря на удобство быстрой подзарядки, они разряжают аккумуляторные блоки быстрее, чем более медленная зарядка напряжением 120 или 240 В. Однако, насколько быстрая зарядка влияет на срок службы аккумулятора, точно неизвестно в эти относительно первые дни появления современных электромобилей. Конечно, в дорожных условиях быстрая зарядка необходима, и нет причин избегать ее. Быстрая зарядка стоит в три-четыре раза дороже за киловатт-час электроэнергии, чем вы платите дома, и эта цена может привести к тому, что стоимость топлива электромобилей сравняется с автомобилями.

Заряжать аккумуляторную батарею следует не полностью и также не разряжать, аккумуляторы быстрее разряжаются при полной зарядке или при исчерпании всей энергии. Положительным моментом является то, что многие производители запрещают зарядку на полную мощность, чтобы помочь в борьбе с разрядом аккумуляторов. Большинство автомобилей имеют настройки для зарядки до уровня менее 100 процентов, и многие автопроизводители предлагают заряжать до уровня 85 или 90 процентов для ежедневного использования.

Однако, несмотря на опасения по поводу замены дорогих литий-ионных аккумуляторов, аккумулятор для электромобилей вероятно переживет остальную часть автомобиля, особенно если вы заботитесь о ней должным образом, и эта вероятность обязательно возрастет. В отличие от ДВС, которые не сильно изменились за последние 40 лет, новые разработки в области электромобилей химический состав аккумуляторов (например, фосфат лития-железа) обещает продлить срок службы электромобилей батареи к более миллиона миль.

Литий-ионный аккумулятор, питающий электромобиль, герметизирован по соображениям безопасности, и любое обслуживание должно выполняться профессионалом. Аккумулятор электромобиля на самом деле представляет собой пакет из тысяч отдельных литий-ионных элементов, соединенных электроникой и системой теплового охлаждения. В системе термического охлаждения есть охлаждающие жидкости, которые необходимо периодически промывать. На аккумуляторы электромобилей распространяется длительная гарантия, поэтому на них может распространяться ваша гарантия.

В электромобиле есть вторая батарея: стандартная свинцово-кислотная 12-вольтовая батарея, подобная той, которую вы найдете в бензиновом автомобиле. Без него вы не разблокировать электромобиль, поскольку он необходим для работы электроники, такой как освещение, дверные замки и другие энергосберегающие функции, которые долгое время работают от 12 В. Уменьшение энергии литий-ионной батареи на 300+ вольт для работы электроники, работающей от 12 В, крайне неэффективно и дорого, не говоря уже об опасности [3].

В электродвигателях электромобиля меньше движущихся частей, чем в двигателях

внутреннего сгорания. Это означает, что электромобили требуют меньшего объема технического обслуживания, чем автомобили. Тем не менее, электромобили требуют регулярного технического обслуживания. Сюда входят такие знакомые задачи, как замена шин, различных жидкостей и салонных воздушных фильтров. У электромобилей есть понижающая коробка передач, между двигателем и колесами, которая нуждается в смазке.

Существует также ряд специальных услуг для электромобилей, о которых водителям этих электромобилей на батареях необходимо знать. Электромобили работают на электронных системах, поэтому обновление электроники более важно в электромобиле, чем в автомобиле. Обновления программного обеспечения и прошивки могут повысить эффективность электромобиля, добавить новые функции или повысить электронную безопасность. Некоторые производители электромобилей предлагают обновления по беспроводной сети, как и другие цифровые устройства. Другим производителям требуется посещение дилерского центра для выполнения обновлений.

В то время как автомобили используют тепло от ДВС для обогрева автомобиля, электромобили используют либо резистивные нагреватели, которые получают энергию от батареи, или высокоэффективные тепловые насосы, которым, как правило, требуется меньше поддержание. Охлаждение, как правило, работает так же, с компрессором кондиционера, который требует проверки хладагента и периодической замены воздушных фильтров.

При преобразовании электричества в механическую энергию выделяется тепло, и, как в автомобилях, в электромобилях необходимы системы охлаждения. Некоторые используют для этого воздух, в то время как другие используют ту или иную форму охлаждающей жидкости или хладагента для предотвращения перегрева компонентов. Для электромобилей, использующих охлаждающую жидкость или тому подобное, может потребоваться периодическая промывка, проверка уровня охлаждающей жидкости. Также необходимо регулярно доливать жидкость для омывания лобового стекла, производить замену стеклоочистителей.

У электромобилей есть мгновенный крутящий момент (сила вращения колес), который на скользкой дороге может увеличить вероятность пробуксовки. А электромобили в среднем тяжелее, чем сопоставимые автомобили с ДВС той же категории, поэтому, когда транспортное средство начинает терять устойчивость, им может быть труднее управлять.

Поскольку электромобили в основном используют рекуперативное торможение. Вместо традиционных фрикционных тормозов диски и колодки подвержены меньшему износу. В электромобилях необходимо следить за тормозной жидкостью и колодками, регулярная замена этой жидкости через регламентные сроки. Контролировать работу рекуперативного торможения электродвигателей, которая позволяет двигателю замедлять движение автомобиля за счет восстановления своей кинетической энергии, и последующей подачи этой энергии обратно в аккумуляторную батарею. Хотя электромобили по-прежнему полагаются на свои механические тормоза, они, как правило, используют их реже, что впоследствии приводит к меньшему износу колодок.

Экологичность — это еще один важный фактор, влияющий на выбор автомобиля (рисунки 3). Электромобили выделяют нулевые выбросы во время эксплуатации, что делает их более экологичными в сравнении с автомобилями с ДВС, которые выделяют углекислый газ и другие вредные вещества. Однако стоит учитывать, что производство аккумуляторов для электромобилей также требует ресурсов, и утилизация этих батарей также имеет экологические последствия.

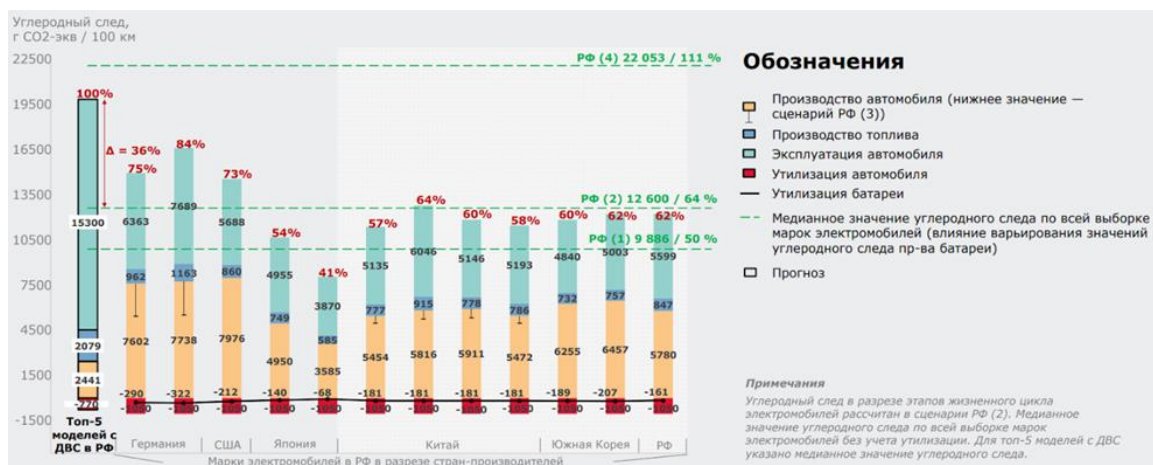


Рисунок 3 – Показатели экологичности электромобиля

С учетом приведенных сопоставлений и наряду с более низкой ценой на электроэнергию по сравнению с углеводородным топливом, стоимость обслуживания электромобиля является одним из его главных преимуществ, с точки зрения стоимости эксплуатации электромобиля. По оценкам, в среднем обслуживание электромобиля обходится на километр пробега вдвое меньше, чем у автомобиля с ДВС.

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Ютт, В. Е. Электромобили и автомобили с комбинированной энергоустановкой. Расчет скоростных характеристик: учеб. пособие / В. Е. Ютт, В. И. Строганов. – Москва : МАДИ, 2016. – 108 с.
2. Кашкаров, А. П. Современные электромобили. Устройство, отличия, выбор для российских дорог / А. П. Кашкаров. – Москва : ДМК Пресс, 2018. – 92 с. – ISBN 978-5-97060-568-4. – Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/100902> (дата обращения: 01.12.2024). – Режим доступа: для авториз. пользователей.
3. Современный электромобиль: основные проблемы и перспективы развития / А. А. Поливанов, В. С. Галушак, О. А. Зенина, С. Н. Тихонин // Международный студенческий научный вестник. – 2018. – № 3-2. – URL: <https://eduherald.ru/ru/article/view?id=18241> (дата обращения: 01.12.2024). – Режим доступа: для всех пользователей.
4. Электромобиль // Википедия. – URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/Электромобиль> (дата обращения: 01.12.2024).

# АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ЭКОНОМИКИ И УПРАВЛЕНИЯ В СФЕРЕ ДОРОЖНОГО ХОЗЯЙСТВА, ТРАНСПОРТА И АПК

## ЭВОЛЮЦИЯ ПРАВИЛ ДОРОЖНОГО ДВИЖЕНИЯ В РОССИИ

Костенкова Дарья Владимировна, студент кафедры «Организация и безопасность движения»,  
e-mail: dasha49kosty@gmail.com

Егорова Надежда Сергеевна, бакалавр кафедры «Организация и безопасность движения»,  
e-mail: nadya.yegorova.0303@mail.ru

Нечаев Константин Сергеевич, к.т.н., доцент, e-mail: t1001t@mail.ru

Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова, г. Барнаул, Россия

*В статье рассматривается актуальная тема, связанная с изменением правил дорожного движения в России. Были изучены изменения правил дорожного движения за период последних 40 лет. Проведено сравнение правила дорожного движения от 1 сентября 1984 года и правила дорожного движения от 19 апреля 2024 года. Также была разобрана история возникновения правил дорожного движения и их развитие в России. Проанализировано их влияние на дорожное движение в ходе развития правил дорожного движения.*

**Ключевые слова:** правила дорожного движения, безопасность, основные понятия правил дорожного движения, дорожные знаки, дорожная разметка.

Первые попытки внедрения дорожного движения в России относятся к 17–18 вв. Так, с 1784 г. стали действовать правила под названием «Извозчий билет». Документ содержал 28 пунктов и являлся нормативным актом в области дорожного движения. Правила содержали рекомендации для движения по улице, по проезду перекрёстков, мостов.

Первые «Правила Дорожного движения» были введены в 1920 году. Декретом СНК РСФСР «Об автодвижении по городу Москве и её окрестностям (правила)». Спустя десять лет стало ясно, что автоинспекторов недостаточно – требуется отдельная организация, ведущая в сфере организации дорожного движения. Так в 1931 году в Главном управлении Рабоче-крестьянской милиции подписан циркуляр «О порядке организации надзора за выполнением правил уличного движения», были созданы отделы по регулированию уличного движения – ОРУДы. И уже в 1934 году была создана Главная Государственная автомобильная инспекция.

15 мая 1933 году Центральное управление шоссейных и грунтовых дорог и автомобильного транспорта утвердил «Правила движения автомобильного и гужевого транспорта на дорогах СССР». Спустя месяц стандартизировались дорожные знаки: по ГОСТу «Знаки дорожные для регулирования и безопасности автогужевого движения». К числу дорожных знаков относилось 4 указательных, 13 запрещающих и 6 предупреждающих. Также появились первые светофоры – в виде циферблата, разделенного на красные и зеленые сектора, по которым двигалась стрелка.

С годами Правила дорожного движения пополнялись новыми пунктами. Например, запрет на управление транспортным средством в состоянии опьянения, обязательное удостоверение на право вождения транспортного средства и талон технического паспорта, однако запретов на скорость в те времена не было.

С 1 января 1961 года начинают действовать первые единые для всего СССР Правила, основанные на Конвенции 1949 года. С этого момента появились талоны предупреждения, где отмечались все нарушения водителей транспортных средств: езда по левой стороне, несоблюдение рядности, нарушение правил обгона и маневрирования и иные нарушения. Скоростной режим начал регулироваться, но только в городе – 60 км/ч для всех. А вне населённого пункта «водитель должен выбирать такую скорость движения, чтобы быть в состоянии выполнить необходимые действия по управлению автомобилем».

И наконец, 2 ноября 1979 года Приказом МВД СССР вводятся новые Правила дорожного движения, которые вступают в силу с 1 июня 1980 года. В них появляется требование пристегиваться в автомобиле ремнями безопасности, если таковыми оборудовано транспортное

средство, оговариваются знаки приоритета, которые указывают очередность проезда перекрестков – «главная дорога», «уступите дорогу», а также «преимущество встречного движения».

Вне населенных пунктов скорость ограничена до 90 км/ч, а для водителей со стажем менее двух лет не более 70 км/ч. Водителю запрещается двигаться на слишком малой скорости и создавать помехи движению других транспортных средств.

В 1984 году выпускают правила дорожного движения, где прописаны обязанности водителя и пешехода, а также понятия, которые закрепились в правилах на сегодняшний день, рисунок 1. К примеру, определение пешеход, проезжая часть, перекресток остались неизменными по сей день. В правилах дорожного движения 1984 года были прописаны все дорожные знаки и их характеристики по ГОСТ 10807-78 и ГОСТ 23457-79. На тот год уже дорожные знаки были разделены на 6 групп: 31 предупреждающих, 7 знаков приоритета, 31 запрещающих, 8 предписывающих, 33 информационно-указательных и 15 знаков дополнительной информации (таблички). Помимо дорожных знаков в ПДД описывается дорожная разметка – 23 типа горизонтальной и 7 типов вертикальной [2].



Рисунок 1 – Правила дорожного движения 1 сентября 1984 года

На сегодняшний день все участники дорожного движения руководствуются правилами дорожного движения 1993 года с изменениями в апреле 2024 года (рисунок 2). Отличительной чертой новых правил является то, что в них не прописывается характеристика дорожных знаков и разметки, а напротив объясняется, как следует поступить в той или иной ситуации, учитывая эти средства организации дорожного движения. Также стоит отметить, что в настоящий момент используется еще большее количество дорожных знаков и разметки [1].

Так в ПДД 2024 года к предупреждающим знакам добавили знаки 1.17 «Искусственная неровность», 1.19 «Опасная обочина», 1.35 «Участок перекрестка», а знак 1.25 «Дорожные работы» используется только с желтым фоном (рисунок 3) [3].

К группе запрещающих знаков добавили знаки 3.17.2 «Опасность» и 3.17.3 «Контроль», 3.32 «Движение транспортных средств с опасными грузами запрещено», 3.33 «Движение транспортных средств с взрывчатыми и легковоспламеняющимися грузами запрещено» и 3.34 «Движение автобусов запрещено» (рисунок 4).



| Оглавление                                                                                                                                          |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Оглавление                                                                                                                                          | 2  |
| 1. Общие положения                                                                                                                                  | 3  |
| 2. Общие обязанности водителей                                                                                                                      | 5  |
| 3. Применение специальных сигналов                                                                                                                  | 7  |
| 4. Обязанности пешеходов                                                                                                                            | 8  |
| 5. Обязанности пассажиров                                                                                                                           | 9  |
| 6. Сигналы светофора и регулировщика                                                                                                                | 9  |
| 7. Применение аварийной сигнализации и знака аварийной остановки                                                                                    | 10 |
| 8. Начало движения, маневрирование                                                                                                                  | 11 |
| 9. Расположение транспортных средств на проезжей части                                                                                              | 11 |
| 10. Скорость движения                                                                                                                               | 12 |
| 11. Обгон, опережение, встречный разъезд                                                                                                            | 13 |
| 12. Остановка и стоянка                                                                                                                             | 13 |
| 13. Проезд перекрестков                                                                                                                             | 14 |
| 14. Пешеходные переходы и места остановок маршрутных транспортных средств                                                                           | 14 |
| 15. Движение через железнодорожные пути                                                                                                             | 15 |
| 16. Движение по автомагистралям                                                                                                                     | 15 |
| 17. Движение в жилых зонах                                                                                                                          | 15 |
| 18. Приоритет маршрутных транспортных средств                                                                                                       | 15 |
| 19. Пользование внешними световыми приборами и звуковыми сигналами                                                                                  | 16 |
| 20. буксировка механических транспортных средств                                                                                                    | 16 |
| 21. Учебная езда                                                                                                                                    | 17 |
| 22. Перевозка людей                                                                                                                                 | 17 |
| 23. Перевозка грузов                                                                                                                                | 17 |
| 24. Дополнительные требования к движению велосипедистов, водителей мопедов и лиц, использующих для передвижения средства индивидуальной мобильности | 18 |
| 25. Дополнительные требования к движению грузовых повозок, а также к прогону животных                                                               | 19 |
| 26. Нормы времени управления транспортным средством и отдала                                                                                        | 19 |
| Основные положения по допуску транспортных средств к эксплуатации и обязанности должностных лиц по обеспечению безопасности дорожного движения      | 20 |
| Перечень неисправностей и условий, при которых запрещается эксплуатация транспортных средств                                                        | 23 |
| Приложение 1. Дорожные знаки                                                                                                                        | 27 |
| 1. Предупреждающие знаки                                                                                                                            | 27 |
| 2. Знаки приоритета                                                                                                                                 | 29 |
| 3. Запрещающие знаки                                                                                                                                | 30 |
| 4. Предписывающие знаки                                                                                                                             | 32 |
| 5. Знаки особых предписаний                                                                                                                         | 33 |
| 6. Информационные знаки                                                                                                                             | 36 |
| 7. Знаки сервиса                                                                                                                                    | 38 |
| 8. Знаки дополнительной информации (таблички)                                                                                                       | 39 |
| Приложение 2. Дорожная разметка и ее характеристики                                                                                                 | 41 |
| Дополнительная информация                                                                                                                           | 44 |

Рисунок 2 – Правила дорожного движения 19 апреля 2024 года



Рисунок 3 – Предупреждающие знаки, введенные в ПДД 2024 года



Рисунок 4 – Запрещающие знаки, введенные в ПДД 2024 года

В группе предписывающих знаков также произошли изменения: знак 4.4 «Движение легковых автомобилей» утратил свою актуальность и больше не используется в ПДД 2024 года. Теперь знак 4.4.1 – 4.4.2 «Велосипедная дорожка» является регулятором велосипедных дорожек, также, как и знаки 4.5.1 – 4.5.7 «Велопешеходная дорожка с разделением движения» (рисунок 5).



Рисунок 5 – Предписывающие знаки, введенные в ПДД 2024 года

Группа информационно-указательных знаков сменила свое название и назначение. Теперь эта группа называется «Знаки особых предписаний». Большинство знаков не изменилось. В актуальной версии ПДД введены такие знаки, как 5.8 и 5.9 «Начало/конец реверсивного движения» и 5.10 «Выезд на дорогу с реверсивным движением». Данный знак был введен в 2010-х годах, когда была запущена первая в России полоса реверсивного движения. К уже существующей полосе для маршрутных транспортных средств добавили полосу для велосипедистов и знак 5.14.2. Вместе с ним появились знаки 5.11.2 «Дорога с полосой для велосипедистов», знаки 5.13.3 и 5.13.4 «Выезд на дорогу с полосой для велосипедистов» и отменяющие знаки 5.12.1 и 5.12.2, 5.14.3 и 5.14.4. в организации дорожного движения начали использовать знаки 5.15.4 «Начало полосы с ограничением» и 5.15.8 «Число полос». С внедрением искусственных неровностей и принятием национального стандарта в 2006 году появился знак 5.20 «Искусственная неровность», который предупреждает водителя о ее наличии на дороге. Стоит отметить, что актуальной версии ПДД ввели знаки 5.21 и 5.22 «Начало/Конец жилой зоны» для разграничения проезжей части и дворов, рисунок 6. Отдельно стоит обратить внимание на то, что появились знаки 5.27 – 5.38, которые информируют водителя о начале/конце зоны с ограничениями движения, а также 5.39 – 5.40 «Велосипедная зона» (рисунок 6).

С изменениями ПДД появилась новая группа знаков – Информационные знаки. К ним относится часть знаков, которые ранее были отнесены к группе информационно-указательных.

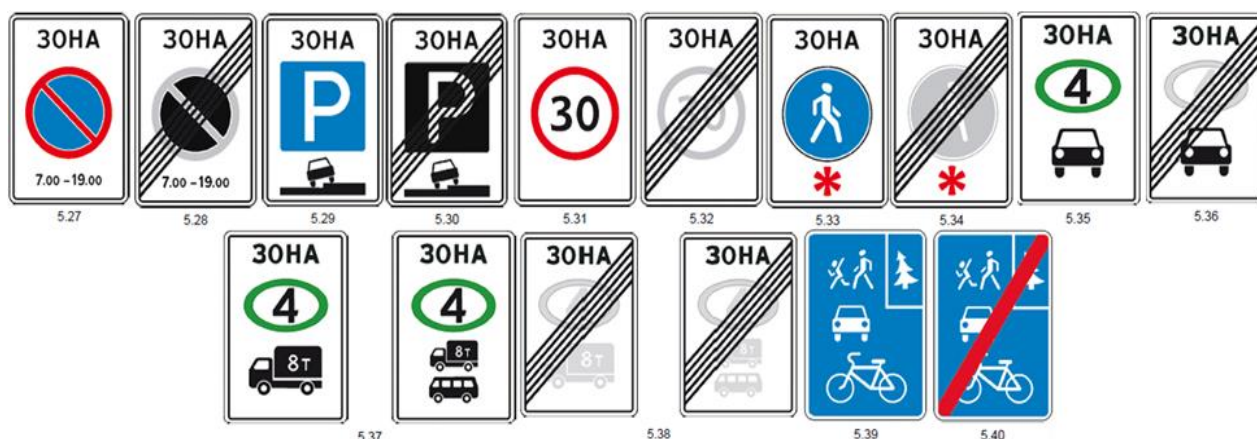


Рисунок 6 – Знаки особых предписаний, введенные в ПДД 2024 года

Так, например, знак 6.4 «Парковка (парковочное место)» не только находится в другой группе, но и получил разновидности – «Платная парковка» или «Парковка для маломобильных людей». В новую группу также отнесли знаки 6.8.1 – 6.8.3 «Тупик», 6.9.1 – 6.9.3 «Предварительный указатель направлений», знаки 6.15.1 – 6.15.3 «Направление движения для грузовых автомобилей», знак 6.16 «Стоп-линия», и знаки 6.17, 6.18.1 – 6.18.3, 6.19.1 – 6.19.2, которые используются при изменении движения при ремонте. К этой группе также отнесли знак 6.22 «Фотовидеофиксация», который на сегодняшний день используется очень часто, рисунок 7.



Рисунок 7 – Информационные знаки, введенные в ПДД 2024 года

Стоит отметить, что в группе знаков сервиса не произошло значительных изменений. Только знак 7.12 изменил свой вид – раньше знак имел название «Пост ГАИ», теперь же это «Пост дорожно-патрульной службы». Однако к этой группе добавили знаки, которые информируют водителя о местонахождении пункта полиции, пункта таможенного и транспортного контроля, зоне приема радиостанции, бассейне и пляже, туалете, телефоне экстренной связи, автозаправочной станции с возможностью зарядки электромобиля (рисунок 8).



Рисунок 8 – Знаки сервиса и таблички, введенные в ПДД 2024 года

В ходе развития автомобильного транспорта и дорожного движения в группе знаков дополнительной информации также появились новые знаки: «Препятствие», «Работает эвакуатор», «Экологический класс транспортного средства» и «Зарядка электромобилей» см. рисунок 8.

Изменения затронули и дорожную разметку. По ГОСТ 52289-2019, некоторые дорожные знаки необходимо дублировать разметкой [3]. Именно эту функцию выполняет дорожная разметка 1.24.1 – 1.24.5. также появилась разметка 1.25, которая предупреждает водителя о наличии искусственной неровности на дороге. Разметка 1.26 определяет границы, перекрестка, на которые нельзя заезжать в случае затора на дороге.

Помимо этого, для полного понимания дорожной ситуации водителем были введены новые понятия, такие как средства индивидуальной мобильности, велосипедист, автомагистраль, главная дорога и другие. Все это было неизбежно ввиду прогресса.

Все те понятия, которые в 1984 году были использованы только на словах, сейчас закреплены в ПДД. В них же указываются технические характеристики автомобиля, характеристики конструкции дороги, виды транспортных средств. Здесь же уточняются сигналы светофоров и регулировщика. В актуальной версии ПДД было введено новое понятие «бело-лунный мигающий сигнал», который оповещает водителя о разрешении движения транспортного средства через железнодорожный переезд.

Отдельное внимание стоит уделить документам, которые должен иметь водитель и предъявить их сотруднику ДПС: удостоверение на право управлять транспортным средством, страховой полис, документ удостоверяющий факт инвалидности, документы на разрешение осуществления перевозки грузов и т.д. На сегодняшний день разрешено предъявлять документы в электронном виде, однако водитель должен предоставить оригинальные документы, если того потребует сотрудник ДПС.

Жизнь не стоит на месте, как и сфера дорожного движения. Так уже весной 2025 года будут введены новые изменения правил дорожного движения. Эти изменения затронут правила стоянки: появится новый знак 5.18.1 «Место стоянки транспортных средств оперативных служб» и новая разметка 1.27 в виде красного прямоугольника, рисунок 9. Новая разметка будет информировать водителей о том, что парковочное пространство предназначено для машин пожарной охраны, полиции, скорой помощи и аварийно-спасательной службы.

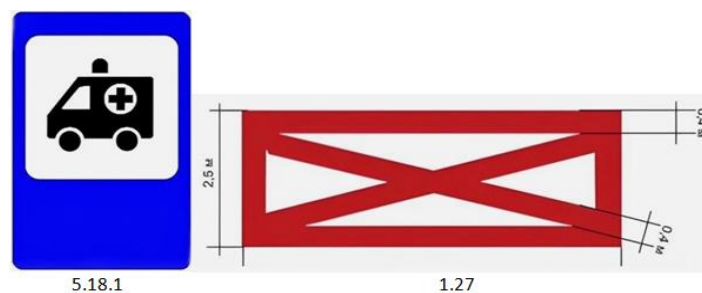


Рисунок 9 – Нововведение в ПДД в 2025 году

За последние 40 лет сфера дорожного движения заметно изменилась. Появились новые виды транспорта, новые дорожные знаки и разметка. Все это неизбежно ввиду быстрого развития автомобильного транспорта. Однако стоит отметить, что многие конфликты до сих пор не разобраны в правилах дорожного движения настоящего времени. С каждым годом вводятся новые правила, которые водитель обязан знать и соблюдать. Необходимо уделить отдельное внимание развитию организации движения средств индивидуальной мобильности и пешеходов. Помимо этого, стоит ужесточить наказание за нарушение правил дорожного движения во избежание негативных последствий.

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Постановление Правительства РФ от 23.10.1993 N 1090 (ред. от 19.04.2024) "О Правилах дорожного движения" (вместе с "Основными положениями по допуску транспортных средств к эксплуатации и обязанности должностных лиц по обеспечению безопасности дорожного движения") // Консультант Плюс: [сайт] / Правовой сайт Консультант Плюс – 2024. – URL: [https://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_2709/824c911000b3626674abf3ad6e38a6f04b8a7428/?ysclid=m4gj8skdt0961302732/](https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_2709/824c911000b3626674abf3ad6e38a6f04b8a7428/?ysclid=m4gj8skdt0961302732/) (дата обращения: 02.12.2024).
2. Правила дорожного движения. – Введены в действие П 68 с 1 июня 1980 г. (с изм. и доп. От 01.09.84 г.) – Москва : Транспорт, 1984. – 48 с.
3. ГОСТ Р 52289-2019. Технические средства организации дорожного движения. Правила применения дорожных знаков, разметки, светофоров, дорожных ограждений и направляющих устройств. – Введ. 2020-04-01. – Москва; Стандартинформ, 2020. – 134 с.
4. ГОСТ 10807-78. Знаки дорожные. Общие технические условия. – Введ. 1980-01-01. – Москва, 2002. – 137 с.
5. ГОСТ 23457-86. Технические средства организации дорожного движения. Правила применения. – Введ. 1987-01-01. – Москва, 1999. – 73 с

## ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ МЕЖДУНАРОДНЫХ ПЕРЕВОЗОК В АЛТАЙСКОМ КРАЕ

Руденок Елизавета Александровна, студент кафедры  
«Автомобили и автомобильное хозяйство», e-mail: elizavetarudenok3@gmail.com  
Баранов Алексей Сергеевич, к.т.н., доцент, e-mail: baranowas@mail.ru

Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова, г. Барнаул, Россия

*В работе приведен транспортно-географический анализ Алтайского края, рассматриваются вопросы развития Алтайской транспортной сети и её влияние на установление и поддержание международных отношений между Россией и странами ближней Азии. Описываются задачи, необходимые для решения проблемы создания региональной транспортно-логистической системы.*

**Ключевые слова:** Алтайский край, международные отношения, единая транспортная система, перевозочный процесс, автомобильные дороги.

Алтайский край, представляющий собой неотъемлемую часть Западно-Сибирского экономического района Российской Федерации и занимающий стратегически значимое положение в центральной части евразийского континента, обладает уникальным экономико-географическим потенциалом, который существенно усиливается благодаря непосредственному соседству с Кузбассом — первой угольной базой России, а также с Республикой Алтай, являющейся признанным центром горного туризма. Более того, исторически сложившиеся границы с зарубежными азиатскими государствами предоставляют региону широкие возможности для установления и развития торгово-экономических отношений с такими странами, как Республика Казахстан, Монголия и Китайская Народная Республика.

Транспортная инфраструктура выступает в качестве фундаментального фактора развития региона, интегрируя в единую систему различные виды транспортных коммуникаций, включающие автомобильный, железнодорожный, авиационный и водный транспорт. Сеть автомобильных дорог общего пользования, простирающаяся на территории Алтайского края, характеризуется общей протяжённостью порядка 17000 километров, из которых свыше 600 километров составляют федеральные трассы, что позволяет региону занимать почётное третье место в общероссийском рейтинге и лидирующую позицию в Сибирском федеральном округе. Основополагающими элементами автодорожной инфраструктуры выступают федеральные автомобильные дороги Р256, известная как «Чуйский тракт» с подъездом к городу Барнаулу, и А322, представляющая собой маршрут от Барнаула до Рубцовска с выходом к государственной границе с Казахстаном.

В начале третьего тысячелетия сформировались благоприятные предпосылки для интенсификации взаимовыгодного сотрудничества между Алтайским краем и государствами ближней Азии, которое продолжает успешно развиваться в настоящее время. Однако перспективы дальнейшего экономического роста региона неразрывно связаны с необходимостью модернизации транспортной инфраструктуры, что предполагает реализацию комплексной программы развития автомобильных дорог Алтайского края до 2025 года, предусматривающей увеличение пропускной способности транспортных коммуникаций посредством расширения доли дорог I и II технических категорий, а также внедрение механизмов государственно-частного партнёрства в сфере дорожного строительства.

Одним из ключевых факторов, способствующих динамичному развитию транспортной инфраструктуры Алтайского края, выступает перспектива интеграции в масштабный проект «Экономический пояс Шёлкового пути», разрабатываемый Китайской Народной Республикой, который предусматривает формирование Алтае-Синьцзянского транспортного узла. Данная инициатива будет способствовать не только развитию сети автомагистралей международного значения на базе генеральных направлений «Чуйский тракт» с выходом на территорию Монголии и далее на Китай, а также «Змеиногорского тракта» с выходом на Казахстан и далее на Китай, но и совершенствованию железнодорожной сети между городами Бийск и Горно-

Алтайск, а также модернизации авиатранспортной инфраструктуры, включая реконструкцию аэропорта города Бийска и ряда аэропортов в административных районах Алтайского края и Республики Алтай.

На международном уровне осуществляется проработка проекта прямого транспортного сообщения между Китаем и Россией через участок государственной границы протяжённостью 54 километра и территорию плато Укок. В перспективе китайская сторона планирует реализацию проекта строительства прямого железнодорожного сообщения, которое позволит сократить расстояние от города Урумчи до Барнаула до менее чем 1000 километров. Предполагается также реализация железнодорожного маршрута Бай-Тун-Каназ-Барнаул, обеспечивающего выход через город Кашкара на территории Кыргызстана, Узбекистана, Туркменистана и далее до Ирана.

Российское правительство, проявляя заинтересованность в развитии внешнеполитического и экономического международного сотрудничества, а также в укреплении связей с заинтересованными государствами, находит в Алтайском крае надёжного партнёра в реализации данных инициатив. В текущих условиях основной вектор внешнего взаимодействия края – страны СНГ и Евразийского экономического союза, включая Таджикистан, Киргизию, Казахстан и Беларусь. При этом ключевым партнёром из числа стран Азиатско-Тихоокеанского региона для Алтайского края остаётся Китайская Народная Республика, представители которой выступают с инициативами по усилению двустороннего взаимодействия в сфере сельскохозяйственного сотрудничества и реализации инфраструктурных проектов. Монголия также сохраняет статус одного из ключевых партнёров Алтайского края на протяжении многих лет. В ближайшей перспективе предполагается активизация процесса укрепления связей региона со странами африканского континента и Республикой Индия [1].

Крайне важным представляется обеспечение бесперебойного автомобильного движения по Чуйскому тракту посредством строительства Ташантинского пограничного перехода, предназначенного для осуществления пассажирских перевозок и транспортировки подакцизных грузов, а также инициирование предпроектной подготовки транспортных выходов через территорию Алтайского края и Республики Алтай на территорию Монголии и Китая.

Очевидно, что решение проблем в области развития региональной логистической транспортно-распределительной системы в крае связано не только с транспортной составляющей, а включает разнообразные сферы ее совершенствования. Данная особенность обуславливает необходимость поэтапного решения комплекса взаимосвязанных задач, включающих следующие положения.

Во-первых, необходима работа над созданием мультимодальных терминальных комплексов многофункциональной направленности, которые в состоянии охватить широкий спектр различных услуг, начиная с консалтинговых и заканчивая экспедиционными.

Критически важным является формирование самостоятельных коммерческих структур в виде посреднических логистических компаний, осуществляющих логистические функции в соответствии с контрактными обязательствами с промышленными, транспортными и торговыми предприятиями как в пределах региона, так и за его границами.

Во-вторых, необходима имплементация и совершенствование системы дистрибьюции, транспортной и товарной логистики с целью оптимизации межрегиональных и международных транспортно-экономических связей, а также рационализации процессов снабжения регионов промышленной и продовольственной продукцией, товарами народного потребления.

В-третьих, актуальным является и решение задач по оптимальному территориальному размещению оптовых торговых и складских организаций, внедрению инструментов стратегического планирования, в том числе в области маркетинга продукции региональных производителей.

Помимо этого, формирование единой управленческой стратегии, включающей формирование системы партнёрских связей между различными видами транспорта и субъектами перевозочного процесса предполагает более активное внедрение инновационных инструментов организации перевозочного процесса, включающих в первую очередь интеллектуальные системы управления потоками грузов, а также совершенствование системы взаимодействия пе-

ревозчиков, осуществляющих интермодальные перевозки грузов, в том числе за счет унификации информационных и автоматизированных систем с целью повышения степени совместимости их функций.

Органы исполнительной и законодательной власти должны рассмотреть средства стимулирования локальных и зарубежных капиталовложений с целью соответствия региональной транспортной сети мировым стандартам.

Необходима организация постоянного межведомственного взаимодействия между Алтайской таможней и комитетом по транспорту в целях разработки и имплементации комплекса мер в сфере обслуживания участников внешнеэкономической деятельности, дальнейшая работа в области правового сопровождения функционирования крупных логистических центров.

И, наконец, в сфере образования важен поиск новых образовательных технологий в области кадрового обеспечения логистической сферы, отвечающих современным реалиям.

Проведённый комплексный анализ вышеизложенных аспектов позволяет сделать научно обоснованный вывод о том, что Алтайский край обладает исключительно выгодным геополитическим положением, которое создаёт благоприятные предпосылки для установления и развития международных торговых отношений, а также существенного увеличения объёма транспортных перевозок посредством последовательного совершенствования региональной транспортной инфраструктуры.

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. amic : [сайт] / ООО «Амител». – 1999-2024. – URL: <https://www.amic.ru/> (дата обращения: 01.12.2024).

# ИССЛЕДОВАНИЕ ЧИСЛЕННЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ТРАНСПОРТНОГО ПОТОКА ЧЕРЕЗ ПЕРЕКРЁСТОК МАГИСТРАЛЬНЫХ УЛИЦ ОБЩЕГОРОДСКОГО ЗНАЧЕНИЯ

Мишин Святослав Игоревич, магистрант, svatoslavmishin910@mail.ru  
Кузнецов Евгений Евгеньевич, д.т.н, профессор, ji.tor@mail.ru  
Гончарук Алексей Иванович, к.т.н., доцент, docent-dalgau76@yandex.ru

Дальневосточный государственный аграрный университет, г. Благовещенск, Россия

*Наиболее значимым и информационно нагруженным объектом исследований, составляющих транспортный поток, может являться перекрёсток магистральных улиц общегородского значения с регулируемым движением, как наиболее восприимчивый и гибкий с любого изменения как водительской дисциплины, так и дорожных условий. В статье приводятся результаты хронометражных и научных наблюдений за соблюдением правил вождения, составом и интенсивностью транспортных потоков, направленных на получение исчерпывающей информации о наблюдаемых грациях, способствующих адекватному описанию процессов и перспективному прогнозированию.*

**Ключевые слова:** город, автомобиль, трафик, прогнозирование.

Городской дорожный трафик, как малых, так и больших городов, имеет как сходства, так и свои значимые отличия. При этом современные тренды, относящиеся к гендерному замещению водителей как легковых, так и большегрузных автомобилей мужского пола женщинами, воспринятые в западной системе подготовки, а также социологическая феминизация транспортных процессов, отмечаемая во всех регионах Российской Федерации, обосновывают необходимость проведения постоянных хронометражных и научных наблюдений за соблюдением правил вождения, составом и интенсивностью транспортных потоков, направленных на получение исчерпывающей информации о наблюдаемых грациях, способствующих адекватному описанию процессов и перспективному прогнозированию [1,2].

Как известно, наиболее значимым и информационно нагруженным объектом таких исследований может являться перекрёсток магистральных улиц общегородского значения с регулируемым движением, как наиболее восприимчивый и гибкий с любым изменением как водительской дисциплины, так и дорожных условий. В связи с чем для проведения исследования был выбран перекресток магистральных улиц Горького и Театральная, находящийся в городе Благовещенск Амурской области.

В ходе эксперимента исследовалось:

- количество автомобилей, проходящих через перекресток в час в наиболее нагруженные дни недели (понедельник) и пиковые часы (8.00–9.00) в сезоны осень-зима – весна;
- гендерная грация водителей и их процентное изменение в зависимости от времени года;
- соблюдение водительской дисциплины и правил дорожного движения, выраженных в административном нарушении законодательства, установленном статьей 12.36.1 КоАП РФ «Штраф за разговор по телефону за рулём»;
- влияние наличия мостового перехода за пределы города, находящегося в зоне окончания улицы, на изменение транспортного трафика через исследуемый перекрёсток.

В Амурской области запустили движение по-новому, второму мосту через реку Зея, имеющему высокое как региональное, так и международное значение, так как по нему осуществляется движение в направлении как городских и муниципальных центров региона, так и международного мостового перехода в Китайскую народную республику (рисунок 1). Новый мост перераспределяет движение транспортных средств, тем самым снижая нагрузку на старый мост рамного типа, построенный в 1981 году, давно уже нуждающийся в ремонте и реконструкции, и создает дополнительную транспортную артерию. Общая протяженность моста вместе с подъездными путями - более 10 километров, в том числе почти 2,4 километра – непосредственно сама мостовая часть. Его пропускная способность рассчитана на проезд 14 тысяч транспортных средств в сутки.

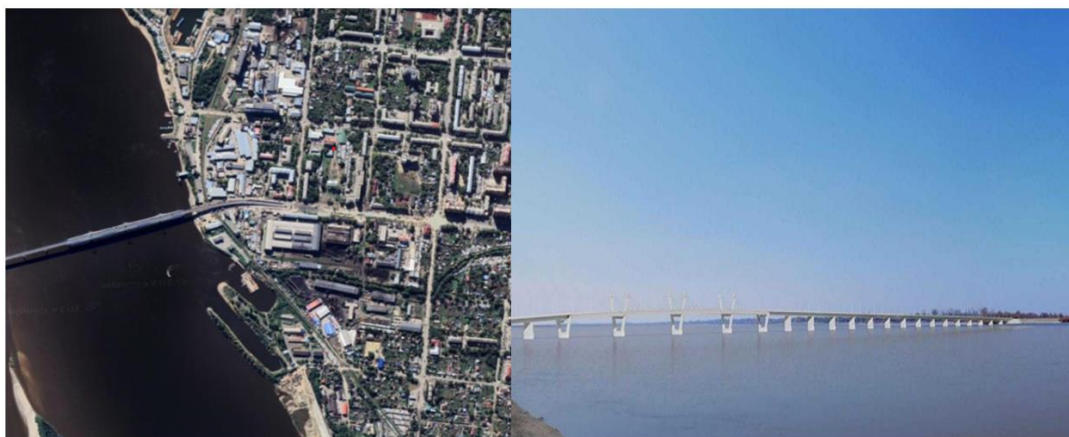


Рисунок 1 – Новый автомобильный мост через р. Зeya

Наблюдения проведены в ноябре 2023, феврале, марте и мае 2024 года. Полученные результаты в виде диаграмм представлены на рисунках 2 и 3.

Полученные данные показывают, что вследствие открытия нового автомобильного моста через р. Зeya поток автомобильного транспорта на улице Горького через исследуемый перекресток увеличился. Исходя из замеров в зимний и весенний период можно заметить, что количество автомобилей, проходящих через перекресток, увеличилось: ноябрь-март ( $2729 \rightarrow 3038 = 11,3\%$ ), ноябрь-май ( $2729 \rightarrow 3466 = 26,7\%$ ), что можно соотнести с открытием мостового перехода и сезонным потеплением, что повлекло увеличение трафика количества потока за счёт неэксплуатируемого в зимний период транспорта.

При этом гендерное распределение за это период (м/ж) составляет: ноябрь-март ( $1954/775 \rightarrow 2113/712 = 39,6 \rightarrow 33,7\%$ ), ноябрь-май ( $1954/775 \rightarrow 2322/1138 = 39,6 \rightarrow 49,1\%$ ), что говорит о значительном увеличении женщин-водителей за рулём транспортного средства при повышении температур и улучшении природно-климатических условий для вождения.

Однако число водителей транспортных средств, грубо нарушающих «Правила дорожного движения» и использующих мобильный телефон в процессе движения за этот период (м/ж) составляет: ноябрь-март ( $82/37 \rightarrow 94/17 = 45,1 \rightarrow 18,1\%$ ), ноябрь-май ( $82/37 \rightarrow 144/88 = 45,1 \rightarrow 61,2\%$ ). Полученные данные показывают значительное увеличение нарушающих «Правила...» граждан женского пола в весенний период.

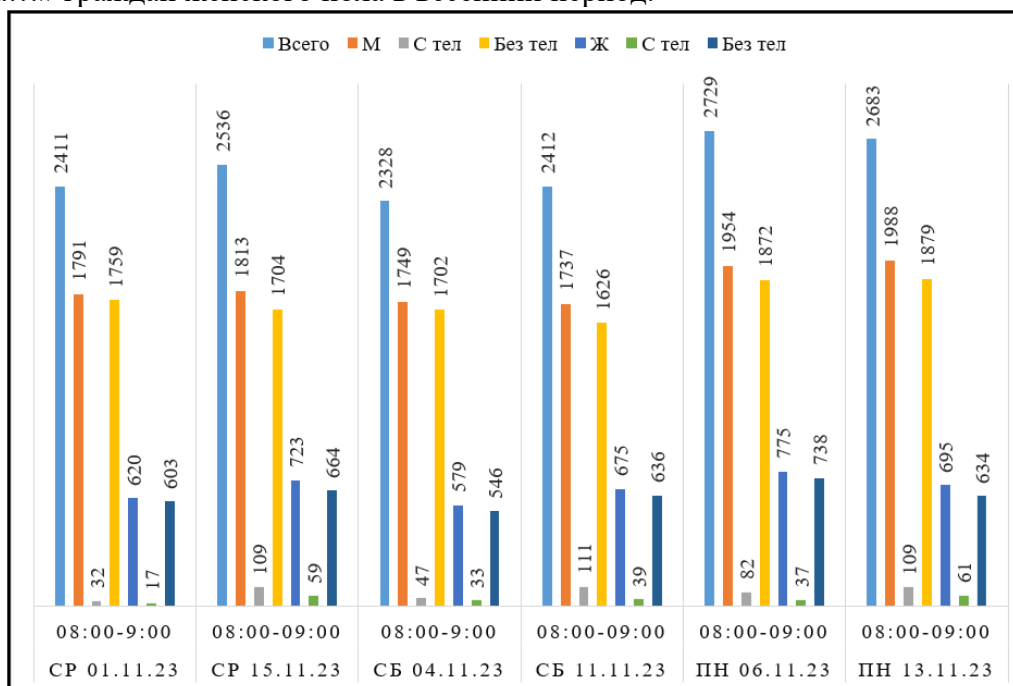


Рисунок 2 – Показатели автотранспортного потока по исследуемым факторам за период 08:00-09:00 (ноябрь 2023 года)

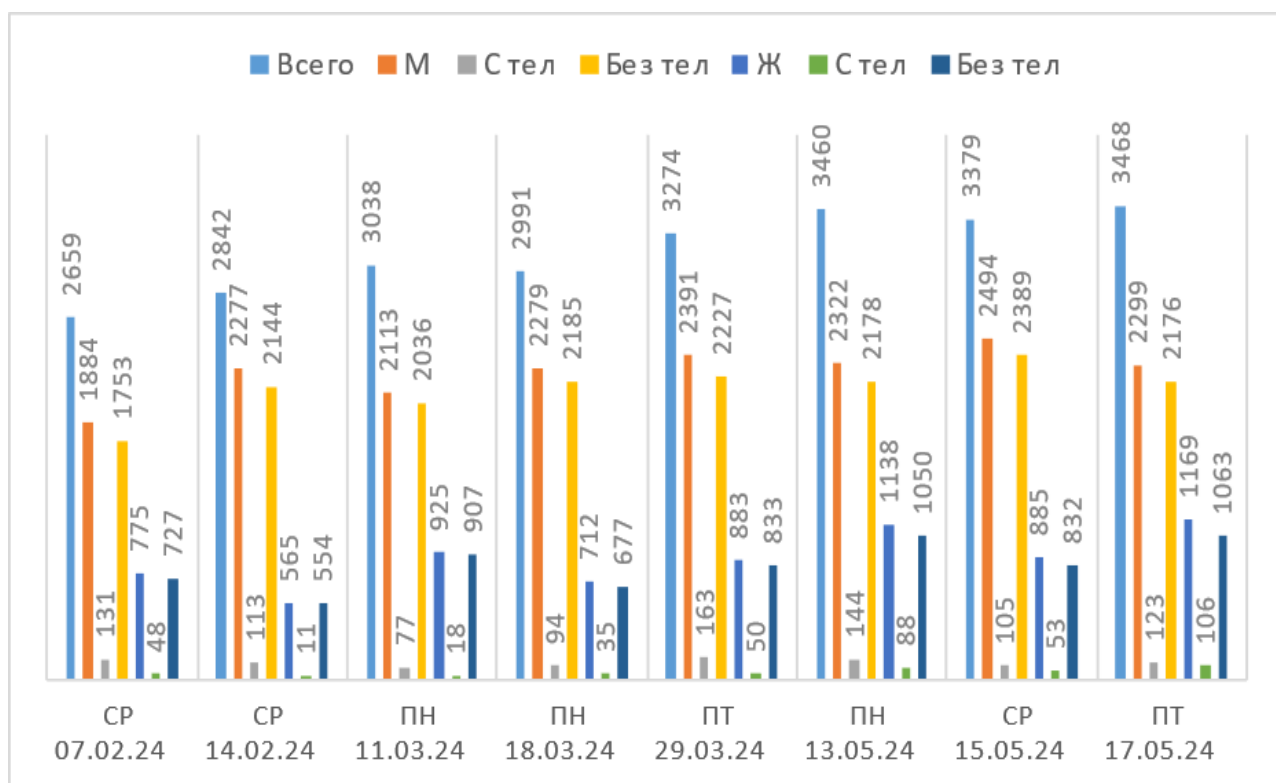


Рисунок 3 – Показатели автотранспортного потока по исследуемым факторам за период 08:00-09:00 (февраль, март и май 2024 года)

Таким образом возможно утверждать, что увеличение количества водителей в весенний период находится в нелинейной зависимости с количеством граждан, разговаривающих по телефону во время вождения автомобиля, может быть описано полиномиальным уравнением и использовано при прогнозировании транспортных потоков, планировании установки приборов фиксации правонарушений, средств обеспечения и регулирования движения.

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Кузнецов, Е.Е. Пути повышения эффективности мобильных энергетических средств и сельскохозяйственных агрегатов на полевых и транспортных работах: дис. д-ра техн. наук: 05.20.01. Благовещенск, 2017. – 312 с.
3. Кузнецов, Е.С. Техническая эксплуатация автомобилей / Е.С. Кузнецов, А.П. Болдин, В.М. Власов и др. – Москва : Наука, 2001. – 535 с.

# ПРИМЕНЕНИЕ ПЕРИОДИЧЕСКОЙ МАРШРУТИЗАЦИИ ПРИ ОБСЛУЖИВАНИИ ПОТРЕБИТЕЛЕЙ ПИЩЕВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Тюрин Алексей Юрьевич – д.э.н., доцент, профессор, alexturin07@rambler.ru

Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева,  
г. Кемерово, Россия

*В статье рассматриваются вопросы применения периодической маршрутизации при проектировании схем доставки готовой продукции пищевой промышленности. В качестве объекта исследования взято предприятие пивобезалкогольной промышленности ООО «ТД «Золотая сова», выпускающее продукцию для дальнейшей транспортировки потребителям в кегах, стеклобутылке и ПЭТ укрупненными грузовыми единицами. На конкретном примере показывается эффективность применения периодической маршрутизации за счет снижения общего пробега автомобилей.*

**Ключевые слова:** пищевой сектор экономики, задача построения маршрутов перевозок, периодическая маршрутизация, транспортное средство, маршрут, пробег, степень загрузки автомобиля.

Организация доставки готовой продукции потребителям пищевой промышленности является ключевой функцией взаимодействия поставщиков и потребителей. Продвижение товара к потребителю возможно через распределительные центры и напрямую от поставщика собственным и наемным транспортом [1-3].

Для предприятий пивобезалкогольной промышленности доставка грузов может осуществляться в различных транспортных модулях: в кегах, представляющих собой бочки для доставки продукции со сроком хранения до 1 месяца, в стеклобутылке и ПЭТ укрупненными грузовыми единицами (упаковках) для доставки продукции со сроком хранения до 2-3 месяцев для пива и до 5 месяцев для безалкогольной продукции.

Рассмотрим процесс формирования рейсов на примере ООО «ТД «Золотая сова». Для доставки готовой продукции потребителям будут использоваться автомобили-рефрижераторы Нипо грузоподъемностью 7 и 10 т. Для осуществления маршрутизации перевозок была выбрана группа из 32 потребителей, отраженная на рисунке 1.

Каждый потребитель должен быть обслужен разное количество раз за временной интервал, например, за неделю. На рисунке 1 отмечены потребители, которые обслуживаются 1 раз за неделю, 2 раза за неделю и ежедневно. В связи с этим возникает задача построения маршрутов с периодической доставкой, которая минимизирует общий пробег, время доставки или общую стоимость перевозок всей продукции потребителям задействованным подвижным составом за неделю.

Данный класс задач маршрутизации был рассмотрен, например, в [4-6]. Для решения задачи будем использовать Sweep алгоритм и эвристики улучшения маршрутов 2-opt [7]. Sweep алгоритм применяется к задачам маршрутизации, когда известны координаты пунктов.

Возможные кластеры первоначально формируются путем вращения луча с центром у поставщика. Затем маршрут транспортного средства получается для каждого кластера путем решения задачи коммивояжера. Насколько известно, первые упоминания об этом типе метода встречаются в [8], но sweep алгоритм обычно приписывают авторам в работе [9], которые его популяризировали. Простая реализация этого метода заключается в следующем. Предположим, что каждая вершина  $i$  представлена ее полярными координатами  $(\theta_i, \rho_i)$ , где  $\theta_i$  - угол, а  $\rho_i$  - длина луча. Необходимо присвоить значение  $\theta_i^* = 0$  произвольной вершине  $i^*$  и вычислить оставшиеся углы с центром в 0 от начального луча  $(0, i^*)$  (см. рисунок 2). Затем ранжировать вершины в порядке возрастания их  $\theta_i$ .

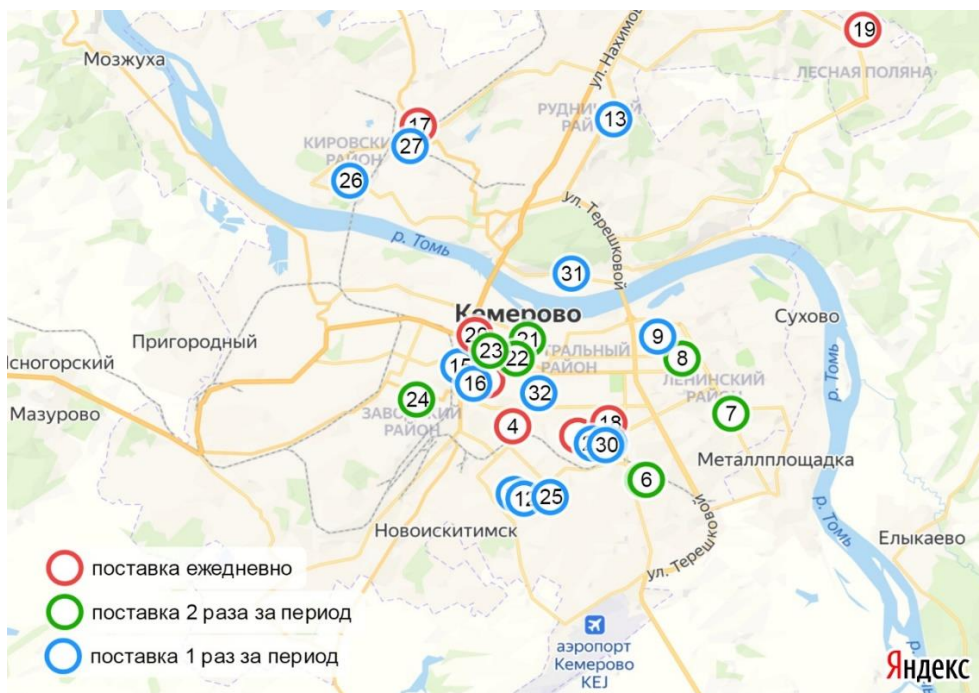


Рисунок 1 – Схема периодической маршрутизации

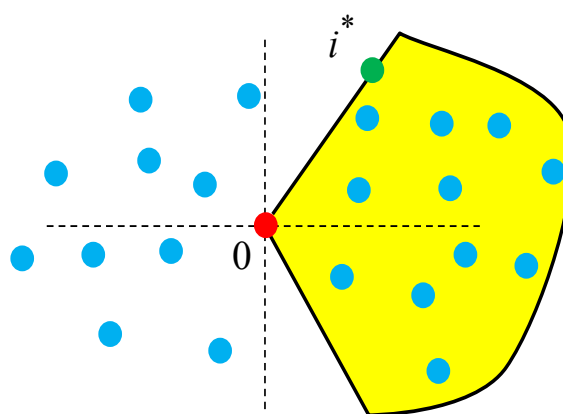


Рисунок 2 – Sweep алгоритм

Общая схема алгоритма выглядит следующим образом:

Шаг 1 (Инициализация маршрута). Выбрать неиспользуемое транспортное средство  $k$ .

Шаг 2 (Построение маршрута). Начиная с не проложенной вершины, имеющей наименьший угол, назначить вершины транспортному средству  $k$  до тех пор, пока не будет превышена его вместимость или максимальная длина маршрута. Если непроходимые вершины остались, перейти к шагу 1.

Шаг 3 (Оптимизация маршрута). Оптимизировать маршрут каждого транспортного средства отдельно, решив соответствующую задачу коммивояжера.

Как было сказано ранее, доставка осуществляется в кегах, стеклотаре и ПЭТ. При этом разброс в заказах потребителей составляет от 0 до 504 кг для кег, от 50 до 200 кг для стеклотары и от 60 до 300 кг для ПЭТ. Для составления рейсов разобьем горизонт планирования на 2 периода: с понедельника до четверга и с пятницы до понедельника. В пределах каждого периода построим проектируемые маршруты перевозок и сравним их с фактическими маршрутами. При этом возможны перемещения объектов обслуживания между маршрутами. Например, в фактическом маршруте №1 (таблица 1) присутствовал магазин №16, который в проектируемом маршруте (таблица 2) был заменен на магазин №12, в результате чего повысилась загрузка автомобиля на маршруте №1 с 3386 кг (таблица 1) до 3825 кг (таблица 2).

Технико-эксплуатационные показатели фактических и проектируемых маршрутов представлены в таблицах 3 и 4 соответственно.

Анализ результатов таблицы 3 показывает, что за период с понедельника по четверг на всех четырех фактических маршрутах суммарный пробег составил 184 км (в среднем для одного маршрута 46 км), а за период с пятницы до понедельника на всех четырех фактических маршрутах суммарный пробег составил 297 км (в среднем для одного маршрута 74,25 км).

Таблица 1 – Объем поставок на фактическом маршруте №1

| № п/п | Наименование клиента | Кол-во упаковок, шт |        |     | Общий вес упаковок, кг |        |      | Общий вес груза, кг |
|-------|----------------------|---------------------|--------|-----|------------------------|--------|------|---------------------|
|       |                      | Кеги                | Стекло | ПЭТ | Кеги                   | Стекло | ПЭТ  |                     |
| 1     | Магазин №13          | 2                   | 10     | 6   | 126                    | 100    | 60   | 286                 |
| 2     | Магазин №4           | 4                   | 15     | 10  | 252                    | 150    | 100  | 502                 |
| 3     | Магазин №15          | 2                   | 6      | 12  | 126                    | 60     | 120  | 306                 |
| 4     | Магазин №16          | 0                   | 5      | 10  | 0                      | 50     | 100  | 150                 |
| 5     | Магазин №9           | 2                   | 13     | 25  | 126                    | 130    | 250  | 506                 |
| 6     | Магазин №6           | 6                   | 16     | 15  | 378                    | 160    | 150  | 688                 |
| 7     | Магазин №2           | 3                   | 12     | 10  | 189                    | 120    | 100  | 409                 |
| 8     | Магазин №8           | 3                   | 17     | 18  | 189                    | 170    | 180  | 539                 |
| ИТОГО |                      | 22                  | 94     | 106 | 1386                   | 940    | 1060 | 3386                |

Таблица 2 – Объем поставок на проектируемом маршруте №1

| № п/п | Наименование клиента | Кол-во упаковок, шт |        |     | Общий вес упаковок, кг |        |      | Общий вес груза, кг |
|-------|----------------------|---------------------|--------|-----|------------------------|--------|------|---------------------|
|       |                      | Кеги                | Стекло | ПЭТ | Кеги                   | Стекло | ПЭТ  |                     |
| 1     | Магазин №13          | 2                   | 10     | 6   | 126                    | 100    | 60   | 286                 |
| 2     | Магазин №4           | 4                   | 15     | 10  | 252                    | 150    | 100  | 502                 |
| 3     | Магазин №15          | 2                   | 6      | 12  | 126                    | 60     | 120  | 306                 |
| 4     | Магазин №12          | 3                   | 20     | 20  | 189                    | 200    | 200  | 589                 |
| 5     | Магазин №9           | 2                   | 13     | 25  | 126                    | 130    | 250  | 506                 |
| 6     | Магазин №6           | 6                   | 16     | 15  | 378                    | 160    | 150  | 688                 |
| 7     | Магазин №2           | 3                   | 12     | 10  | 189                    | 120    | 100  | 409                 |
| 8     | Магазин №8           | 3                   | 17     | 18  | 189                    | 170    | 180  | 539                 |
| ИТОГО |                      | 25                  | 109    | 116 | 1575                   | 1090   | 1160 | 3825                |

Таблица 3 – Технико-эксплуатационные показатели фактических маршрутов

| № п/п | Показатель                                              | № фактического маршрута |      |      |      |                |      |      |      |
|-------|---------------------------------------------------------|-------------------------|------|------|------|----------------|------|------|------|
|       |                                                         | понед.-четверг          |      |      |      | пятница-понед. |      |      |      |
|       |                                                         | 1                       | 2    | 3    | 4    | 1              | 2    | 3    | 4    |
| 1     | Длина маршрута, км                                      | 43                      | 35   | 74   | 32   | 68             | 69   | 71   | 89   |
| 2     | Объем груза на маршруте, кг                             | 3386                    | 2986 | 4035 | 3239 | 3695           | 2866 | 5415 | 3686 |
| 3     | Грузоподъемность ТС, т                                  | 7                       | 7    | 10   | 7    | 7              | 7    | 10   | 7    |
| 4     | Длина нулевого пробега, км                              | 2                       | 3    | 7    | 4    | 4              | 9    | 9    | 2    |
| 5     | Длина общего пробега, км                                | 45                      | 38   | 81   | 36   | 72             | 78   | 80   | 91   |
| 6     | Длина пробега с грузом, км                              | 40                      | 31   | 67   | 29   | 63             | 64   | 65   | 82   |
| 7     | Коэффициент использования пробега                       | 0,89                    | 0,82 | 0,83 | 0,81 | 0,88           | 0,82 | 0,81 | 0,90 |
| 8     | Коэффициент статического использования грузоподъемности | 0,48                    | 0,43 | 0,40 | 0,46 | 0,53           | 0,41 | 0,54 | 0,53 |

Аналогичный анализ результатов таблицы 4 показывает, что за период с понедельника по четверг на всех четырех проектируемых маршрутах суммарный пробег составил 159 км (в среднем для одного маршрута 39,75 км), а за период с пятницы до понедельника на всех четырех проектируемых маршрутах суммарный пробег составил 248 км (в среднем для одного маршрута 62 км).

Таблица 4 – Техничко-эксплуатационные показатели проектируемых маршрутов

| № п/п | Показатель                                              | № проектируемого маршрута |      |      |      |                |      |      |      |
|-------|---------------------------------------------------------|---------------------------|------|------|------|----------------|------|------|------|
|       |                                                         | понед.-четверг            |      |      |      | пятница-понед. |      |      |      |
|       |                                                         | 1                         | 2    | 3    | 4    | 1              | 2    | 3    | 4    |
| 1     | Длина маршрута, км                                      | 40                        | 27   | 54   | 38   | 68             | 56   | 62   | 62   |
| 2     | Объём груза на маршруте, кг                             | 3825                      | 2547 | 4559 | 2715 | 3545           | 3016 | 5126 | 3975 |
| 3     | Грузоподъёмность ТС, т                                  | 7                         | 7    | 10   | 7    | 7              | 7    | 10   | 7    |
| 4     | Длина нулевого пробега, км                              | 5                         | 6    | 7    | 4    | 4              | 9    | 9    | 4    |
| 5     | Длина общего пробега, км                                | 45                        | 33   | 61   | 42   | 72             | 65   | 71   | 66   |
| 6     | Длина пробега с грузом, км                              | 33                        | 15   | 40   | 22   | 60             | 44   | 54   | 51   |
| 7     | Коэффициент использования пробега                       | 0,73                      | 0,45 | 0,66 | 0,52 | 0,83           | 0,68 | 0,76 | 0,77 |
| 8     | Коэффициент статического использования грузоподъёмности | 0,55                      | 0,36 | 0,46 | 0,39 | 0,51           | 0,43 | 0,51 | 0,57 |

На основе полученных данных из выше представленных таблиц, можно сделать вывод, что предлагаемые мероприятия позволят улучшить технико-эксплуатационные показатели транспортных средств на маршрутах, в том числе: уменьшить общий пробег ТС (на 25 км для периода с понедельника по четверг и на 49 км для периода с пятницы по понедельник).

Соответственно, в целом составляет сокращение пробега за неделю составит 74 км и 15,3% от первоначального пробега.

В заключение необходимо отметить, что задача периодической маршрутизации относится к классу трудных задач, в которых с увеличением размерности задачи экспоненциально растет вычислительная сложность. Помимо этого, на начальном этапе возможно придется объединить потребителей в различные кластеры, удовлетворяющие дням обслуживания клиентов. Дополнительно потребуются рассмотрение различных вариантов маршрутизации с целью достижения критерия оптимизации. С прикладной точки зрения применение задачи периодической маршрутизации позволяет выровнять загрузку транспортных средств, графики работы водителей, сократить эксплуатационные затраты по обслуживанию потребителей.

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Тюрин, А.Ю. Особенности решения задач транспортной логистики в пищевой промышленности / А.Ю. Тюрин. – Текст: непосредственный // Вестник Кузбасского государственного технического университета. – 2013. – №3. – С.146-148.
2. Тюрин, А.Ю. Особенности выбора схем транспортировки продукции предприятий пищевой промышленности с различными сроками годности // РИСК: Ресурсы, Информация, Снабжение, Конкуренция. – 2010. – № 1. – С. 136-139.
3. Тюрин, А.Ю. Методика планирования маршрутов доставки грузов мелкими партиями на большой сети обслуживания / А.Ю. Тюрин. – Текст: непосредственный // Вестник Кузбасского государственного технического университета. – 2010. – №3. – С.133-136.
4. Baptista S., Oliveira R.C., Zúquete E. A Period Vehicle Routing Case Study // European Journal of Oper. Res. – 2002. – 139. – P. 220-229.
5. Chao I.M., Golden B., Wasil E. An improved heuristic for the period vehicle routing problem // Networks. – 1995. – 26(1). – P. 25-44.
6. Christofides N., Beasley J. The period routing problem // Networks. – 1984. – 14(2). – P. 237-256.
7. Lin S. Computer Solutions of the TSP // Bell Syst. Tech. J. – 1965. – 44. – P. 2245–2269.
8. Wren A., Holliday A. Computer scheduling of vehicles from one or more depots to a number of delivery Points // Oper. Res. Quart. – 1972. – 23, № 3. – P. 333-344.
9. Gillet B. E., Miller L. R. A heuristic algorithm for the vehicle-dispatch problem // Oper. Res. Quart. – 1972. – 22, № 2. – P. 340–349.

# ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ НА ТРАНСПОРТЕ

## ИННОВАЦИИ И ПЕРСПЕКТИВЫ: ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ В РОССИЙСКОМ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОМ ТРАНСПОРТЕ

Аветисян Артур Сергеевич, магистрант кафедры «Электроснабжения и электротехники»,  
e-mail: avetisyan\_geven@mail.ru

Иркутский национальный исследовательский технический университет, г. Иркутск, Россия

*Мир постоянно развивается, и информационные технологии и инновации играют важную роль в экономике. Новые технологии повышают эффективность бизнес-процессов и производства. Точная оценка объема рынка цифровой экономики является сложной задачей из-за повсеместного использования ИКТ в различных сферах жизни. Этот вопрос был освещен на Статистическом форуме МВФ в 2017 году, который был посвящен измерению цифровой экономики. Устаревшие методы оценки ВВП и экономической активности не учитывают изменения условий труда и моделей потребления. В цифровом секторе наблюдается более быстрый рост занятости по сравнению с мировой экономикой, что побуждает ведущие экономики искать новых работников для удовлетворения растущего спроса. Эта тенденция получила признание и внутри страны, о чем свидетельствуют дискуссии на Петербургском международном экономическом форуме 2017 года, в ходе которых подчеркивалась необходимость поддержки цифрового сектора.*

**Ключевые слова:** развитие, информационные технологии, инновации, экономика, эффективность, бизнес-процессы, производство, цифровая экономика, оценка объема рынка.

В настоящее время в России отсутствуют специализированные структуры для разработки и внедрения интеллектуальных транспортных систем (ИТС). Многим руководителям крупных корпораций приходится решать проблему координации разрозненных транспортных систем. Существенным препятствием для развития ИТС является отсутствие основополагающего законодательства. Комитет Государственной Думы по транспорту сосредоточен на создании нормативно-правовой базы для создания единого информационного транспортного пространства и продвижения ЕГО технологий. Их первоначальным результатом стал проект концепции Федерального закона "Об интеллектуальной транспортной системе Российской Федерации", который открыт для общественного обсуждения. В этой концепции подчеркивается необходимость организованного взаимодействия между всеми видами транспорта и ставится цель эффективного использования транспортных ресурсов посредством скоординированных операций [1].

Предлагаемый закон направлен на стандартизацию терминологии в области ИТС и поддержку скоординированной технической и организационной политики при интеграции автоматизации и информационных технологий для улучшения услуг общественного транспорта. В настоящее время в России нет исчерпывающих примеров его развития. Однако есть успешные примеры применения ее элементов, таких как системы мониторинга транспортных средств и решения для продажи билетов, которые появились в конце 20-го века, особенно на железнодорожном транспорте.

Железнодорожный транспорт лидирует в этой области благодаря современным автоматизированным системам управления и надежной телекоммуникационной сети. Российские железные дороги, крупный пользователь услуг спутниковой навигации, активно развивают интеллектуальный железнодорожный транспорт, уделяя особое внимание интеллектуальным поездам, локомотивам и операционным центрам. Их цель - улучшить процесс принятия управленческих решений и повысить эффективность работы при соблюдении стандартов безопасности. Для реализации этих инициатив существует значительная потребность в квалифицированных специалистах, и анализ показывает, что курсы ИТС все чаще интегрируются в программы транспортного образования по всему миру [2].

На Транспортной неделе 2017 года в Москве министр транспорта Максим Соколов подчеркнул необходимость взаимодействия транспортных систем в виртуальном пространстве в

условиях глобальной цифровизации. Он подчеркнул необходимость разработки транспортных средств, способных взаимодействовать с инфраструктурой, назвав систему ЭРА-ГЛОНАСС важнейшим компонентом для этой цели, особенно для поддержки беспилотных транспортных средств. Российское правительство уделяет особое внимание цифровизации транспортного сектора, чтобы повысить его стратегическую значимость и сохранить конкурентоспособность в экспорте транспортных услуг. С этой целью разрабатывается единая цифровая платформа (ЕСРТС), финансируемая из различных источников. Партнерство с российскими высокотехнологичными компаниями направлено на создание платформ управления рисками, использующих технологию ГЛОНАСС для обеспечения безопасности перевозок. Алексей Павлов из АО "ИПК СТРАЖ" рассказал об использовании ГЛОНАСС для инновационных решений, таких как система пломбирования Big Lock, которая улучшает логистику и позволяет отслеживать товары в режиме реального времени, демонстрируя, что цифровые технологии эффективны и необходимы для развития транспорта [3].

Будущее транспортной отрасли тесно связано с цифровой экономикой и интеллектуальными транспортными системами. Сочетание многолетнего опыта с современными информационными технологиями необходимо для превращения данных в ценные решения. Новые технологии и цифровые сети позволяют компаниям быстро принимать решения, улучшая использование активов, снижая затраты и оптимизируя эффективность.

Цифровые технологии облегчают интеграцию и синхронизацию процессов, обеспечивая конкурентное преимущество в управлении транспортом и логистикой. Информация, получаемая из интеллектуальных систем общественного и железнодорожного транспорта, объединит потоки данных, формируя основу транспортной инфраструктуры. Интеграция технологических процессов и производственных активов обеспечит устойчивые модели жизненного цикла и высокий уровень производительности [4].

Поскольку требования рынка растут, а автоматизация становится стандартом, необходим переход от платформенно-ориентированных моделей управления к сетевым. Этот подход, ориентированный на объединение платформ в рамках единого информационного пространства, позволяет улучшить координацию между участниками и принятие обоснованных решений.

Внедрение интеллектуальных систем управления на железнодорожном транспорте и в инфраструктуре улучшит сбор и анализ информации, что приведет к эффективному управлению движением. Олег Белозеров, генеральный директор холдинга, подчеркнул на III Железнодорожном конгрессе, что достижения в области транспорта являются результатом совместных усилий различных организаций и стартапов. Ожидается, что в ближайшие десятилетия железнодорожный сектор претерпит значительные изменения, о чем свидетельствует недавнее соглашение между грузовой компанией и SAP о разработке ИТ-системы для отслеживания доставки в режиме реального времени.

Несмотря на имеющийся потенциал, развитие интеллектуальных транспортных систем (ИТС) в России все еще находится на ранней стадии, поскольку рынок недостаточно развит. Власти активно работают над постановкой целей и разработкой концепций развития инфраструктуры железнодорожного транспорта в рамках цифровой экономики, обещая повысить эффективность и безопасность производства и логистики.

На 2023-2024 год интеллектуальные транспортные системы продолжают развиваться стремительными темпами, охватывая такие направления, как автоматизация, электрификация, использование больших данных и развитие технологий связи.

Автономные автомобили: Ведущие компании, такие как Waymo, Tesla и другие, продолжают тестировать и внедрять технологии автономного вождения. В некоторых регионах, например, в Калифорнии и некоторых частях Европы, уже доступны услуги роботакси.

Умные города: Многие города начинают интегрировать ИТС в свою инфраструктуру. Например, в Сингапуре применяется система управления дорожным движением, которая использует искусственный интеллект для оптимизации потоков транспорта и уменьшения заторов.

Электромобили: Рынок электромобилей быстро растет, и правительства разных стран, в частности, США и стран ЕС, предлагают стимулирующие меры для перехода на электрический транспорт.

Данные и аналитика: Использование больших данных для анализа транспортных потоков и оптимизации маршрутов становится нормой. Это помогает улучшать безопасность, сокращать время в пути и снижать количество перегрузок.

Системы управления: Технологии, позволяющие в реальном времени управлять движением общественного транспорта, все более широко внедряются. Например, системы «умного контроля светофоров» могут адаптироваться к реальному времени, чтобы минимизировать задержки.

Прогноз:

Дальнейшая интеграция ИТ-систем: ожидается, что города и страны продолжат развивать свои ИТС, интегрируя различные системы и платформы для повышения общей эффективности транспортной инфраструктуры.

Увеличение числа автономных транспортных средств: автономные грузовики и такси станут более распространенными, особенно в городских и промышленных зонах.

Стимулирование перехода на электротранспорт: на фоне роста осознания экологических проблем, переход на электрический транспорт будет продолжать набирать популярность, что приведет к необходимости развития зарядной инфраструктуры.

Главные рекомендации:

Инвестировать в обучение и подготовку кадров: поскольку технологии быстро развиваются, важно обучать специалистов, чтобы они могли адаптироваться к новым условиям и технологиям.

Сотрудничество между государством и частным сектором: разработка и внедрение ИТС требуют активного сотрудничества государства и частных компаний для обмена данными и совместного использования ресурсов.

Основной акцент на устойчивом развитии: интерес к экологически чистым и устойчивым транспортным решениям должен быть в центре всех инициатив по развитию ИТС.

Внедрение инициатив по безопасности: внедрение технологий, направленных на повышение безопасности дорожного движения, таких как системы предотвращения столкновений и мониторинга состояния водителя.

Гибридные решения: разработка гибридных систем, которые соединяют различные виды транспорта и технологии для обеспечения оптимального движения и минимизации заторов.

Таким образом, развитие интеллектуальных транспортных систем открывает множество возможностей для повышения эффективности, безопасности и устойчивости транспорта в городах.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Роботы, автономные робототехнические системы, искусственный интеллект и вопросы трансформации рынка транспортно-логистических услуг в условиях цифровизации экономики / И. А. Соколов, А. С. Мишарин, В. П. Куприяновский [и др.] // *International Journal of Open Information Technologies*. – 2018. – Т. 6, № 4. – С. 92-108. – EDN LBBOEX.

2. Пospelова, Л. Н. Инновации на железнодорожном транспорте (Краткий обзор за 2022 г.) / Л. Н. Пospelова // *Вестник транспорта*. – 2023. – № 2. – С. 27-30. – EDN AIXWIG.

3. Merenkov, A. Digital economy: transport management and intelligent transportation systems / A. Merenkov // *E-Management*. – 2018. – Vol. 1, No. 1. – P. 12-18. – DOI 10.26425/2658-3445-2018-1-12-18. – EDN VRFFVG.

4. Устинова, Л. Н. Сквозные цифровые технологии в развитии инновационной деятельности / Л. Н. Устинова // *Цифровая экономика и сквозные технологии: теория и практика* / Под редакцией А. В. Бабкина. – Санкт-Петербург : Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования "Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого", 2019. – С. 90-113. – DOI 10.18720/IEP/2019.6/5. – EDN CUNANL.

## ЦИФРОВИЗАЦИЯ ЛОГИСТИКИ И ВОЗМОЖНЫЕ РИСКИ

Ахметшин Раиль Илшатович, студент 4-го курса, rail.akhmietshin.03@mail.ru  
Садыков Александр Мирович, к.т.н., доцент кафедры ИБ, alex.sadykov@mail.ru

Казанский национальный исследовательский технологический институт, г. Казань, Россия

*Цифровизация логистики знаменует собой трансформационный шаг в эволюции транспортных систем, повышая эффективность и адаптивность всех процессов. В статье рассматриваются ключевые аспекты цифровизации логистики с акцентом на внедрение интеллектуальных транспортных систем (ИТС), использующие последние технологии по оптимизации управления грузоперевозками. Рассматриваются преимущества цифровизации, такие как улучшение прозрачности, повышение контроля цепочек поставок, которые влекут за собой проблемы, такие как угрозы кибербезопасности, зависимость от технологий и необходимость в обновлении программного обеспечения (ПО).*

**Ключевые слова:** цифровизация, логистика, интеллектуальные транспортные системы, кибербезопасность, грузоперевозки, прозрачность цепочек поставок, операционные затраты.

В последние годы цифровизация логистики стала ключевым направлением развития транспортной отрасли. Интеграция современных технологий, таких как интеллектуальные транспортные системы (далее – ИТС), автоматизация процессов, искусственный интеллект, машинное обучение позволяют значительно повысить эффективность управления цепями поставок. Однако, наряду с очевидными преимуществами, цифровизация несет в себе и определенные риски, которые необходимо учитывать при внедрении новых технологий. Рассмотрим основные аспекты цифровизации логистики, а также возможные риски, связанные с этими инновациями [1].

ИТС представляют собой комплекс технологий, направленных на оптимизацию управления транспортными потоками посредством сбора, обработки и анализа данных в реальном времени. Ключевыми компонентами ИТС являются датчики, камеры и другие устройства, обеспечивающие мониторинг дорожной обстановки и транспортных средств.

Датчики и сенсоры играют важную роль в ИТС, предоставляя информацию о состоянии дорожного покрытия, погодных условиях и интенсивности движения. Среди наиболее распространенных детекторов можно выделить камеры видеонаблюдения, индукционные петли, радарные и ультразвуковые датчики, которые способны улавливать электромагнитные колебания, на основе которых определяется наличие транспортных средств, их скорость и количество, а также расстояния до объектов.

Собранные с помощью датчиков и камер данные поступают в центры управления, где они анализируются и используются для принятия решений. Например, в Казани внедрена система, которая мониторит транспортные потоки, следит за работой светофоров и фиксирует нарушения правил дорожного движения, информируя водителей о пробках и дорожных работах (рисунок 1).

Современные системы, имеющие в своём арсенале столь обширный набор инструментов и получаемое с помощью них количество данных, оснащаются функциями автоматического контроля плотности потока дорожного пространства, распознавания номерных знаков, управления парковочными зонами, что способствует грамотному управлению светофорами на перекрестках, выявлению нарушений правил дорожного движения, уменьшения вредных выбросов (за счёт сокращения времени простоя транспорта в пробках) и повышению безопасности на дорогах общего пользования, часто без вмешательства человека.

Автоматизация процессов в логистике направлена на повышение эффективности управления складскими и транспортными операциями посредством внедрения специализированных систем управления складом (Warehouse Management System, WMS) и транспортом (Transportation Management System, TMS). Эти системы обеспечивают точный учет, контроль и оптимизацию ресурсов, что способствует снижению издержек и улучшению качества обслуживания клиентов [4].



Рисунок 1 – Расположение некоторых компонентов ИТС на территории г. Казань на 2023 г.

Системы управления складом (WMS) предназначены для автоматизации и оптимизации всех складских операций, включая приемку, размещение, перемещение, комплектацию и отгрузку товаров. Основные функции WMS, такие как ведение учета объема и местоположения товаров, рациональное распределение товаров с учетом их особенностей и частотой обращения к ним, мониторинг работы персонала, позволяют оптимизировать хранение и передачу товаров, минимизируя влияние человеческого фактора, дефицит или избыток имеющейся продукции, ускорение комплектации и отгрузки, прозрачность процессов и своевременное выявление и устранение отклонений от нормы складских операций.

Одним из примеров специализированной системы управления складом (WMS) на нашем рынке является система "IC-Логистика: Управление складом", которая позволяет управлять процессами складской грузообработки в режиме реального времени, обеспечивая актуальную информацию об остатках товара и оптимизируя товарные потоки на складе. Так или иначе - каждая современная компания в сфере логистики пытается внедрить подобные автоматизированные системы управления, позволяющие рационально и максимально эффективно управлять сотнями тысяч и более товарами на складах.

Системы управления транспортом (TMS) предназначены для планирования, исполнения и контроля транспортных операций, обеспечивая эффективное управление перевозками и оптимизацию маршрутов. Вышеупомянутые ИТС позволяют учитывать ситуацию на автомагистралях, аварии и ремонтные работы, заторы и объезды, предоставляя возможность выбирать наиболее рациональные маршруты и снижать затраты на транспортировку.

Интеграция WMS и TMS позволяет создать единое информационное пространство для управления складскими и транспортными процессами, обеспечивая сокращение времени обработки заказов, повышение точности и эффективности трудопроизводства, оптимизацию распределения ресурсов, повышение уровня работы сотрудников и увеличение производительности каждого предприятия.

Искусственный интеллект (ИИ) и машинное обучение (МО) играют ключевую роль в цифровизации логистики, предоставляя инструменты для анализа больших объемов данных и прогнозирования потребностей в ресурсах. Применение этих технологий позволяет компаниям оптимизировать процессы, снижать издержки и повышать качество обслуживания клиентов [2].

С помощью алгоритмов МО компании могут анализировать исторические данные о продажах, сезонные колебания и другие факторы, влияющие на спрос. Это позволяет более точно прогнозировать потребности в товарах и оптимизировать уровни запасов, избегая как дефицита, так и избыточных остатков. Например, компания "Лента" внедрила автоматизированную систему прогнозирования спроса, что позволило улучшить управление запасами и снизить операционные расходы.

ИИ используется для расчета оптимальных маршрутов доставки с учетом дорожной обстановки, погодных условий и других факторов. Это позволяет сокращать время в пути, снижать расход топлива и повышать эффективность транспортных операций. Компании, такие как DHL и Amazon, активно применяют ИИ для оптимизации логистических процессов, что способствует повышению скорости и точности доставки.

На складах ИИ применяется для управления роботизированными системами, которые выполняют задачи по перемещению, сортировке и упаковке товаров. Это снижает зависимость от человеческого труда, уменьшает количество ошибок и повышает скорость обработки заказов. Например, компания Amazon использует роботов Kiva для автоматизации складских операций, что позволяет значительно ускорить процесс комплектации заказов.

ИИ способен обрабатывать большие объемы данных в реальном времени, выявляя скрытые закономерности и тренды. Это помогает компаниям принимать обоснованные решения, улучшать процессы и адаптироваться к изменениям на рынке. Применение ИИ в анализе данных позволяет выявлять узкие места в логистических цепочках и разрабатывать стратегии для их устранения.

ИИ используется для мониторинга и анализа рисков, связанных с логистическими операциями. Это включает прогнозирование возможных сбоев, выявление мошеннических действий и обеспечение безопасности грузов. Например, системы на основе ИИ могут анализировать данные о маршрутах и выявлять потенциально опасные зоны, предлагая альтернативные пути для обеспечения безопасности перевозок.

Интернет вещей (IoT) играет ключевую роль в цифровизации логистики, обеспечивая возможность отслеживания и управления состоянием грузов и транспортных средств в реальном времени. Использование сенсоров и подключенных устройств позволяет повысить прозрачность цепочек поставок, оптимизировать процессы и улучшить качество обслуживания клиентов.

С помощью IoT-устройств, таких как GPS-трекеры и RFID-метки, компании могут мониторить местоположение и состояние грузов на всех этапах транспортировки [5]. Это позволяет своевременно реагировать на отклонения от маршрута, задержки или возможные повреждения товаров. Сенсоры, установленные в транспортных средствах или контейнерах, могут измерять температуру, влажность, вибрацию и другие параметры, критически важные для сохранности определенных типов грузов. Это особенно актуально для перевозки продуктов питания, медикаментов и других товаров, требующих строгого контроля условий хранения.

IoT-технологии позволяют отслеживать техническое состояние транспортных средств, контролировать расход топлива, анализировать стиль вождения и планировать профилактическое обслуживание. Это способствует снижению эксплуатационных затрат, повышению безопасности и продлению срока службы техники. Системы телематики, основанные на IoT, предоставляют данные о местоположении, скорости и состоянии транспортных средств, что помогает оптимизировать маршруты и повысить эффективность перевозок.

Внедрение IoT в логистику позволяет интегрировать данные с системами управления складом (WMS), транспортом (TMS) и другими корпоративными приложениями. Это обеспечивает единое информационное пространство, улучшает координацию между различными подразделениями и ускоряет принятие решений. Например, интеграция IoT-данных с WMS позволяет автоматически обновлять информацию о поступлении и отгрузке товаров, что повышает точность учета и снижает вероятность ошибок.

Цифровизация логистики приносит значительные преимущества и облегчение работы для предприятий и сервиса в целом, однако сопровождается рядом рисков, которые необходимо учитывать для обеспечения стабильной и безопасной работы всей системы.

Интеграция цифровых технологий увеличивает уязвимость логистических систем к кибератакам. Взлом информационных систем может привести к утечке конфиденциальных данных, нарушению работы цепочек поставок и финансовым потерям. По данным исследования, проведенного компанией "Логистика Плюс", 60% опрошенных компаний отметили киберугрозы как основной риск цифровизации [3].

Повышенная зависимость от цифровых систем делает компании уязвимыми к техническим сбоям и отказам оборудования. неполадки в программном обеспечении или аппаратуре могут привести к остановке операций, задержкам в поставках и снижению уровня обслуживания клиентов. Сбой в работе системы управления складом (WMS) может парализовать процессы приемки и отгрузки товаров, нарушая целостность всей системы логистики.

Внедрение новых технологий требует наличия специалистов с соответствующими навыками. Недостаток квалифицированного персонала может замедлить процесс цифровизации и снизить эффективность использования внедренных систем. Согласно опросу, проведенному ассоциацией "Национальные системы управления", более 40% компаний испытывают трудности с поиском специалистов в области цифровой логистики. Это также связано и с тем, что развитие цифровых технологий в логистической сфере делает её всё более сложной и требовательной к большому набору данных, которыми необходимо владеть, чтобы управлять системой, повышая минимальный уровень требований для новых сотрудников.

Внедрение цифровых технологий требует значительных финансовых вложений. Малые и средние предприятия могут столкнуться с трудностями в финансировании таких проектов, что ограничивает их возможности по цифровизации. По данным исследования, проведенного компанией "Контур", 70% опрошенных компаний отметили высокие затраты как основной барьер для внедрения цифровых решений.

Цифровизация логистики может сталкиваться с неопределенностью в области законодательства и нормативных требований. Отсутствие четких регуляторных рамок может затруднить внедрение новых технологий и привести к юридическим рискам. Например, использование беспилотных транспортных средств в логистике требует разработки соответствующих правовых норм.

Интеграция различных цифровых систем может быть затруднена из-за несовместимости программного обеспечения или оборудования. Это может привести к дополнительным затратам на адаптацию и снижению эффективности работы. Для минимизации этого риска необходимо выбирать решения с открытыми стандартами и возможностью интеграции.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Цифровизация логистики, основанная на внедрении интеллектуальных транспортных систем, автоматизации процессов, использовании искусственного интеллекта и Интернета вещей, открывает широкие возможности для повышения эффективности и конкурентоспособности компаний. Однако, наряду с преимуществами, она несет в себе и определенные риски, такие как угрозы кибербезопасности, зависимость от технологий и необходимость больших инвестиций в оборудование, обучение и работу персонала, без поддержки которого в современных реалиях не удержится ни одна автоматизированная система. Для успешной реализации цифровой трансформации в логистике, необходимо комплексно подходить к управлению этими рисками, обеспечивая надежность и устойчивость бизнес-процессов, заручаться поддержкой государства и внедрять технологии с учетом потребностей настоящего.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Борисова, В. В. Цифровая логистика. / В. В. Борисова, И. Д. Афанасенко. – Москва : Альдебаран, 2024. – 320 с.
2. Бибоев, М. Х. Применение технологий искусственного интеллекта в логистике / М. Х. Бибоев, Е. М. Григорьев // Молодой ученый. – 2024. – № 18 (517). – С. 455–459.

3. На «Форуме будущего» эксперты раскрыли актуальные проблемы цифровизации логистики // СКБ Контур. – 2024. – URL: [kontur.ru/press/news/53559-aktualnye\\_problemy\\_cifrovizacii\\_logistiki](https://kontur.ru/press/news/53559-aktualnye_problemy_cifrovizacii_logistiki) (дата обращения: 11.11.2024).
4. Lambert, D. M. Fundamentals of Logistics Management / D. M. Lambert, J. R. Stock, L. M. Ellram. – Irwin/McGraw-Hill, 1998. – 629 p.
5. Zied, M. A. Internet of Things in Logistics: Towards Autonomous Logistics & Smart Logistics / M. A. Zied, M. A. Elgazzar, M. M. Elmesalawy // Proceedings of MARLOG 5 Conference. – 2016. – P. 1–10.

## ПРИМЕНЕНИЕ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ ТРАНСПОРТНЫХ СИСТЕМ В ДОРОЖНОЙ ИНФРАСТРУКТУРЕ ГОРОДОВ

Закиров Булат Тимурович, студент 4-го курса, bulat.timurovich@gmail.com  
Садыков Александр Мирович, к.т.н., доцент кафедры ИБ, alex.sadykov@mail.ru

Казанский национальный исследовательский технологический институт, г. Казань, Россия

*В статье обсуждаются современные подходы к цифровизации транспортных систем и дорожной инфраструктуры в условиях растущей урбанизации. Рассмотрены ключевые технологии, такие, как адаптивное управление трафиком, системы мониторинга дорожного покрытия и экологической обстановки. Отмечается роль интеллектуальных транспортных систем (ИТС) в повышении безопасности на дорогах, снижении заторов и уменьшении вредных выбросов.*

**Ключевые слова:** интеллектуальные транспортные системы, цифровизация, дорожная инфраструктура, адаптивное управление, устойчивое развитие, безопасность движения, экологичность, урбанизация, умный город.

Цель данной статьи – проанализировать влияние цифровизации на транспортные системы и городскую дорожную инфраструктуру, а также выявить основные преимущества и проблемы, связанные с внедрением интеллектуальных транспортных систем (ИТС). В исследовании рассматриваются ключевые аспекты цифровой трансформации, в том числе технологии, позволяющие оптимизировать транспортные потоки, повысить безопасность дорожного движения и смягчить воздействие на окружающую среду в условиях стремительной урбанизации.

Актуальность цифровизации транспортных систем продолжает расти по мере того, как растущие города сталкиваются с такими серьезными проблемами, как перегруженность дорог, рост аварийности и ухудшение состояния окружающей среды. ИТС позволяют более эффективно управлять дорожной инфраструктурой, адаптируя ее к текущим условиям в режиме реального времени.

### **Понятие и компоненты.**

Интеллектуальные транспортные системы (ИТС) – это современные технологии, направление которых сделать городские дороги более безопасными и удобными для всех участников движения. Но для этого необходимо собирать большое количество данных для анализа и прогноза динамики транспортного потока для эффективного управления. Это реализовано с помощью многих технических решений: датчики, камеры, программное обеспечение, системы контроля движения и т.д. [1].

К основным компонентам ИТС можно отнести, например, датчики и детекторы: они собирают информацию о скорости транспортных средств (ТС) и загруженности движения, а также о условиях на дороге. Но только детекторы не обеспечат должной эффективности. Необходима связь между всеми инстанциями, а именно каналы связи, по которым будет передаваться информация между ТС, дорожной инфраструктурой и центрами, где происходит управление движением. Для автоматизации процесса и обработки поступающей информации, например, для прогнозирования заторов, необходимо программное обеспечение. После получения и обработки данных, следует регулировать движение системами мониторинга и управления дорожным движением. К примеру, можно менять настройки светофоров исходя из загруженности дорог. Образуется гибкая система, способная реагировать на различные ситуации на дорогах, которая делает передвижение по городу более эффективным и безопасным.

### **Цифровизация дорожной инфраструктуры.**

Современные города все больше развиваются в направлении цифровизации дорожной инфраструктуры, так как проблем с безопасностью и загруженностью движения становится все больше. Цифровизация же помогает решать эти проблемы. Во многих городах уже используются адаптивные дорожные знаки, динамическое освещение, например, на пешеходных переходах, что повышает безопасность, так как 21% всех ДТП происходят именно на них. Не

редкость увидеть датчики состояния дорожного покрытия и обледенения, которые вовремя предупреждают о проблемах, что также способствует уменьшению несчастных случаев [2].

Для многих водителей ухудшение видимости при изменении погодных условий – еще одна сложность на дорогах, которая также может привести к негативным последствиям. Решение проблемы недостаточной видимости – интеллектуальное освещение на дорогах: во время дождя или тумана датчики фиксируют изменения, и освещение автоматически усиливается, улучшая видимость.

Освещение улучшает видимость в неблагоприятных условиях, однако, чтобы сократить количество ДТП, необходимо уменьшить скорость движения. С этим помогут адаптивные знаки ограничения скорости, которые при плохой погоде автоматически уменьшают скоростной лимит. В добавок, в городах уже стоит достаточно табло с информацией, которые предупреждают о гололеде, ремонтах или повышенной загруженности дорог, предлагают другие маршруты для объезда.

### **Роль ИТС в оптимизации транспортного потока.**

С увеличением города увеличивается и загруженность дорог, а с ним увеличивается количество ДТП. Чтобы избежать заторов, транспортный поток необходимо оптимизировать, разгрузить участки с низкой пропускной способностью. Применяя датчики контроля средней скорости, загруженности дорог, количества автомобилей на участке и даже время возникновения пробок, система может адаптировать дорожное движение, исходя из ситуации. Но как?

Во-первых, умные светофоры. Они меняют продолжительность сигналов так, чтобы загруженная дорога имела приоритет относительно незагруженной. На некоторых системах стоит приоритетная настройка для проезда общественного транспорта, с целью минимизировать опоздания для пассажиров на автобусах, трамваях и троллейбусах.

Во-вторых, в оптимизации движения скоростное ограничение играет не последнюю роль. Изменение параметров, в зависимости от условий загруженности и погоды, не только уменьшает риск аварийных ситуаций, но и способствует снижению образования заторов, делает движение более плавным.

К тому же, при возникновении чрезвычайных ситуаций на дороге, система может снижать скорость перед проблемным участком и перенаправлять трафик в объезд, тем самым избегая образования новых заторов и освобождать проезд спецтранспорту. Например, впереди ремонт дороги, перед ремонтом на достаточном расстоянии табло предупреждает о сужении дороги и предлагает выбрать другую дорогу, а навигатор, который есть в телефоне у каждого, строит маршрут с учетом обстоятельств [3].

### **Взаимодействие с другими городскими системами.**

Конечно, все системы должны действовать совместно, образуя городскую экосистему, иначе эффективность не будет на должном уровне. Должна быть связь между ИТС, системами общественного транспорта, инфраструктурой для пешеходов, метеорологическими службами и т.д.

Ежегодно на территории России совершается более 10 миллиардов поездок на общественном транспорте, и проблема опоздания автобусов и троллейбусов, точности расписания также актуальна по сей день и вызывает неудобства у горожан. Для решения многие города ставят на остановках умные системы отслеживания времени прибытия транспорта. Они пишут в реальном времени, сколько осталось ехать до остановки, а на картах можно посмотреть, где именно едет автобус или троллейбус. И, как упоминалось выше, приоритетный проезд на перекрестках сокращает время в пути пассажира общественного транспорта.

Еще одни участники движения – это пешеходы и велосипедисты, и для них система тоже должна создавать безопасные и комфортные условия. Адаптивное освещение на пешеходных переходах, которое дополнительно подсвечивает дорогу и сигнализирует водителю в темное время суток о наличии человека, уже не редкость в городах, а координация между пешеходными светофорами и системами контроля трафика защищает пешеходов и оптимизирует их движение.

Не остались в стороне метеорологические службы и системы управления чрезвычайными ситуациями. При природных катаклизмах, катастрофах одним из главных составляющих является время, и ИТС могут своевременно предупредить водителя об опасности, освободить проезд для спецтехники или же скорректировать маршрут для эвакуации или объезда.

Такая гибкая экосистема во многом поможет городу оперативно бороться как с заторами, так и с опасностями, к примеру, чрезвычайными ситуациями. При этом риск стать пострадавшим уменьшится на 20-40 процентов [3].

### **Перспективы развития и вызовы внедрения ИТС.**

Перспективы развития ИТС в городах имеют огромный потенциал. В будущем ИТС станут неотъемлемой частью «умных» городов, способных не только эффективно управлять транспортными потоками, но и улучшать общее качество жизни горожан. Однако на пути к реализации полного потенциала ИТС существует ряд вызовов и проблем, которые необходимо решать.

Одним из ключевых направлений развития ИТС является интеграция технологий, таких как автономные транспортные средства, искусственный интеллект (ИИ) и интернет вещей (IoT) [3]. Внедрение ИТС позволит организовать эффективные маршруты для экологичных транспортных средств, таких как электробусы и электромобили, а также создать зарядные станции. Внедрение автономного транспорта предполагает значительное изменение инфраструктуры и создание специальных «умных» дорог, которые смогут взаимодействовать с машинами без водителей. Это, в свою очередь, потребует разработки новых стандартов безопасности, алгоритмов управления и улучшения системы связи между автомобилями и дорожной инфраструктурой [4].

Большое внимание также уделяется развитию экологически чистого транспорта и электромобилей, что приведет к изменениям в городской транспортной сети. Внедрение ИТС позволит организовать эффективные маршруты для экологичных транспортных средств, таких как электробусы и электромобили, а также создать зарядные станции, которые будут синхронизированы с системой трафика и смогут оптимизировать потребление энергии [5].

Однако внедрение ИТС не обходится без сложностей. Одним из основных вызовов является высокая стоимость разработки и установки таких систем. Внедрение интеллектуальных технологий требует значительных инвестиций в инфраструктуру, оборудование и обучение персонала. Кроме того, необходимо обеспечить совместимость новых технологий с существующими инфраструктурными решениями, что может потребовать дополнительных затрат и времени.

Другим значимым вызовом является защита данных и безопасность. Интеллектуальные транспортные системы собирают и обрабатывают огромное количество данных о движении, состоянии дорог, поведении водителей и пассажиров, что создаёт потенциальные риски утечек и несанкционированного доступа [4]. Поэтому важным аспектом развития ИТС является создание надёжных и защищённых информационных систем, способных предотвратить кибератаки и защитить персональные данные пользователей.

В перспективе, с развитием технологий и уменьшением стоимости их внедрения, а также с повышением уровня доверия общественности, интеллектуальные транспортные системы будут становиться все более доступными и эффективными. В будущем они смогут сыграть важную роль в создании устойчивых, безопасных и экологически чистых городов, где транспорт будет оптимизирован, а качество жизни – значительно улучшено.

### **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

В России полным ходом идет цифровизация дорог: на дорогах все больше камер, датчиков, адаптивных системы контроля дорожного движения. И это идет только на пользу организации безопасного дорожного движения. И вот статистика для наглядности за последние 20 лет: в 2005 году было зарегистрировано 223342 дорожно-транспортных происшествий, погибло 33957, при этом на 1000 человек приходилось всего 169 автомобилей. А в 2019 году было зарегистрировано 164358 ДТП, одновременно с этим на 1000 человек приходится уже 315,5 автомобилей. Количество автомобилей на единицу населения увеличилось почти в 2

раза, количество ДТП упало примерно на 30 процентов. В период за 2005-2010 год ущерб экономике из-за ДТП составил 5.5 триллиона рублей. Эту цифру можно сопоставить с расходами на здравоохранение в России за тот же период. Учитывая статистику, уже не стоит вопрос о внедрении ИТС и других систем безопасности на дороги общего пользования, хоть у нее есть минусы и подводные камни. Внедрение ИТС уже сегодня оказывает значительное влияние на управление транспортными потоками, оптимизацию движения, повышение безопасности и снижение воздействия на окружающую среду. Системы, которые регулируют движение автомобилей, управляют скоростью, контролируют состояние дорог и прогнозируют ситуацию на дорогах, делают городской транспорт более устойчивым к перегрузкам и аварийным ситуациям.

Перспективы развития ИТС связаны с внедрением передовых технологий, таких как автономный транспорт, искусственный интеллект и интернет вещей, которые позволят создать города с ещё более интеллектуальной инфраструктурой. Взаимодействие ИТС с другими городскими системами, такими как общественный транспорт, пешеходная инфраструктура и системы безопасности, способствует созданию более удобной и безопасной городской среды. В долгосрочной перспективе ИТС будут способствовать устойчивому развитию городов, снижению уровня загрязнения и улучшению качества жизни горожан.

Однако внедрение ИТС не обходится без сложностей. Высокие начальные затраты на создание инфраструктуры, необходимость защиты данных и обеспечения безопасности систем, а также вопросы общественного восприятия новых технологий остаются вызовами, которые необходимо решать для успешного внедрения ИТС. С преодолением этих проблем интеллектуальные транспортные системы смогут стать основой для развития «умных» городов будущего, где транспортная система будет работать с максимальной эффективностью, обеспечивая комфорт и безопасность для всех жителей.

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Иванов, А. Б. Интеллектуальные транспортные системы: теория и практика / А. Б. Иванов, В. В. Смирнов // Вестник транспорта. – 2020. – №3. – С. 10–15.
2. Кузнецов, А. Н. Цифровизация дорожной инфраструктуры в условиях урбанизации / А. Н. Кузнецов, Л. С. Петрова // Инженерные науки. – 2021. – №7. – С. 22–28.
3. Романов, С. П. Инновационные технологии регулирования дорожного движения // Транспортные системы. – 2019. – №5. – С. 34–40.
4. Чернов, М. А. Экологические аспекты внедрения ИТС в городских условиях // Журнал «Умный город». – 2022. – №4. – С. 18–24.
5. Воронцов, Д. В. Адаптивные светофоры и системы мониторинга трафика // Инновации в транспорте. – 2020. – №6. – С. 14–19.

# ПРОГРАММНЫЕ СПОСОБЫ РАБОТЫ С CAN-ШИНОЙ АВТОМОБИЛЯ

Старолетов Сергей Михайлович, к.ф.-м.н., доцент, serg\_soft@mail.ru

Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова, г. Барнаул, Россия

*В статье рассматриваются способы подключения и программной работы с автомобильной сетью передачи данных на CAN-шине.*

**Ключевые слова:** CAN, Arduino, Raspberry Pi, OBD, получение данных.

## Шины данных в автомобиле

С момента изобретения электронной системы впрыска организация автомобильных подсистем преобразилась благодаря внедрению набора микроконтроллеров, которые отслеживают и контролируют широкий спектр параметров транспортного средства. Современные автомобили с программно-аппаратной точки зрения теперь имеют сложную архитектуру, состоящую из многочисленных специализированных электронных блоков управления (ЭБУ). Эти специализированные блоки контролируют работу критически важных подсистем, включая систему управления двигателем, управление трансмиссией, тормозные механизмы и системы безопасности. Кроме того, в электромобилях и гибридных транспортных средствах ЭБУ управляют производительностью аккумулятора, системами зарядки и координацией гибридных силовых установок. Сложность этих взаимодействий заставляет нас относить современные транспортные средства к категории систем, обладающих распределенной системой управления, что требует наличия эффективных шин передачи данных для эффективной связи между компонентами.

Исторически связь внутри систем транспортного средства основывалась на шине K-line, относительно простом протоколе, который облегчал диагностику и внутреннюю связь внутри ЭБУ отдельных производителей. Однако по мере развития автомобильных технологий ограничения K-line по скорости и архитектуре стали очевидны. Шина Controller Area Network (CAN) появилась как решение, предлагая повышенную скорость и надежность, что оказалось необходимым как для диагностических целей, так и для связи в реальном времени между основными ЭБУ автомобиля, такими как главный блок управления двигателем и блок управления трансмиссией. Принятие технологии шины CAN в качестве стандарта для внутритранспортной связи ознаменовало собой важный поворотный момент, проложив путь для более взаимосвязанных и интеллектуальных систем транспортного средства.

Поскольку количество ЭБУ в транспортных средствах быстро увеличивалось, каждый из которых выполнял различные функции с различными уровнями критичности и требованиями к пропускной способности данных, сложность автомобильных коммуникационных сетей также возросла. Поэтому производители начали развертывать несколько шин данных, характеризующихся различной пропускной способностью, чтобы удовлетворить различные потребности в коммуникации. Например, шина Local Interconnect Network (LIN) приобрела популярность для управления связью с менее критически важными периферийными устройствами, такими как управление окнами, регулировка сидений и системы освещения. Эта специализация позволяет шине CAN обрабатывать высокоскоростной обмен данными, требуемый более критически важными системами, такими как управление двигателем, в то время как шина LIN в новых автомобилях обслуживает более простые и медленные устройства.

В статье рассматривается прежде всего CAN-шина, с точки зрения подключения и сбора данных в ней для последующего онлайн- и офлайн-анализа.

Для подсоединения к CAN в конкретном автомобиле нужно находить пути и выводы сигналов CAN H и CAN L в схеме автомобиля (подсоединение осуществляется с помощью витой пары). Обычно они выводятся на диагностический разъем OBD, рисунок 1. Мгновенное значение вольтажа на сигнале CAN H — 2.6-2.7В, CAN L отличается в меньшую сторону примерно на 0.2 В.

Конечной точкой подключения является так называемый CAN-трансивер, который имеет два вида интерфейсов: (1) внешний CAN H/CAN L для подключения к CAN-шине и (2)

внутренний SPI, USB или другой способ подключения к микроконтроллеру или микрокомпьютеру. Примеры CAN-трансиверов: MCP 2515 или встроенный в микроконтроллеры серии STM32 (однако последнему еще необходима микросхема согласования уровней TJA1051).

Особо выделим адаптер ELM 327, который является специальным аппаратным средством для диагностики, помимо прочего, он подсоединяется к двум CAN проводам в диагностическом разъеме и содержит интерфейс для работы с некоторыми текущими данными через интерфейс Bluetooth (виртуальный коммуникационный порт). Однако, для получения данных в реальном времени он не очень подходит из-за медлительности работы.

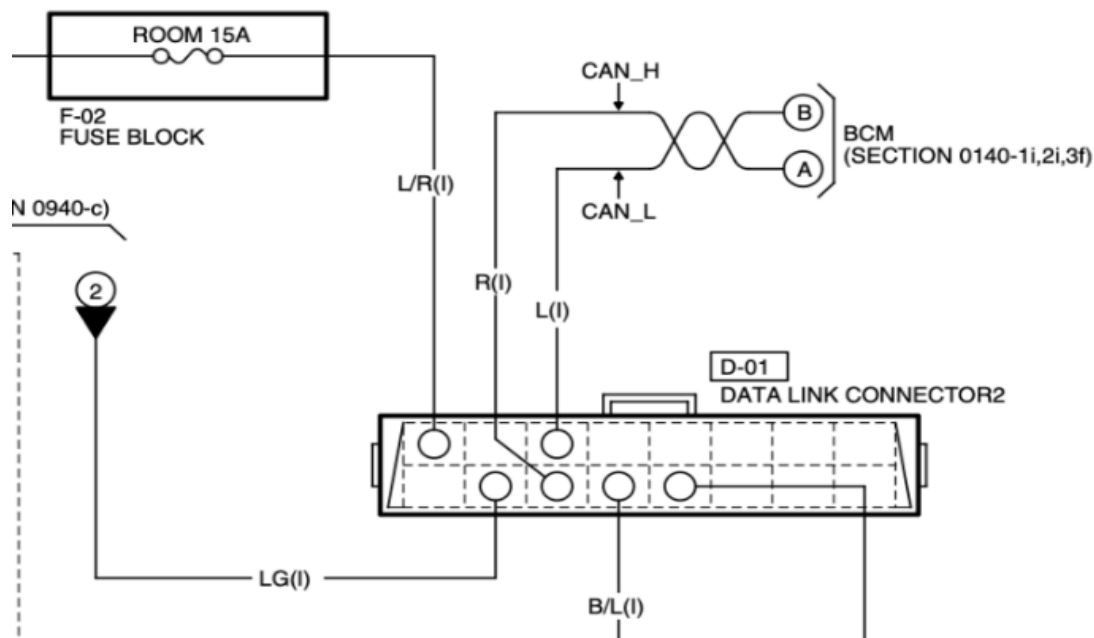


Рисунок 1 — Вывод двух проводов шины CAN на диагностический адаптер (фрагмент схемы автомобиля Mazda 6)

### Подключение CAN к микроконтроллеру или к микрокомпьютеру

На рисунке 2 показана схема подключения микроконтроллера серии Arduino (Atmega 328p) к автомобильной шине передачи данных. Тут используется внешняя плата трансивера MCP. Такой способ может быть использован как промежуточный с целью дальнейшего подключения к компьютеру/микрокомпьютеру через USB (виртуальный коммуникационный порт). Для подключения тут использована внутренняя шина SPI. Для рисунка был использован язык описания архитектуры AADL.

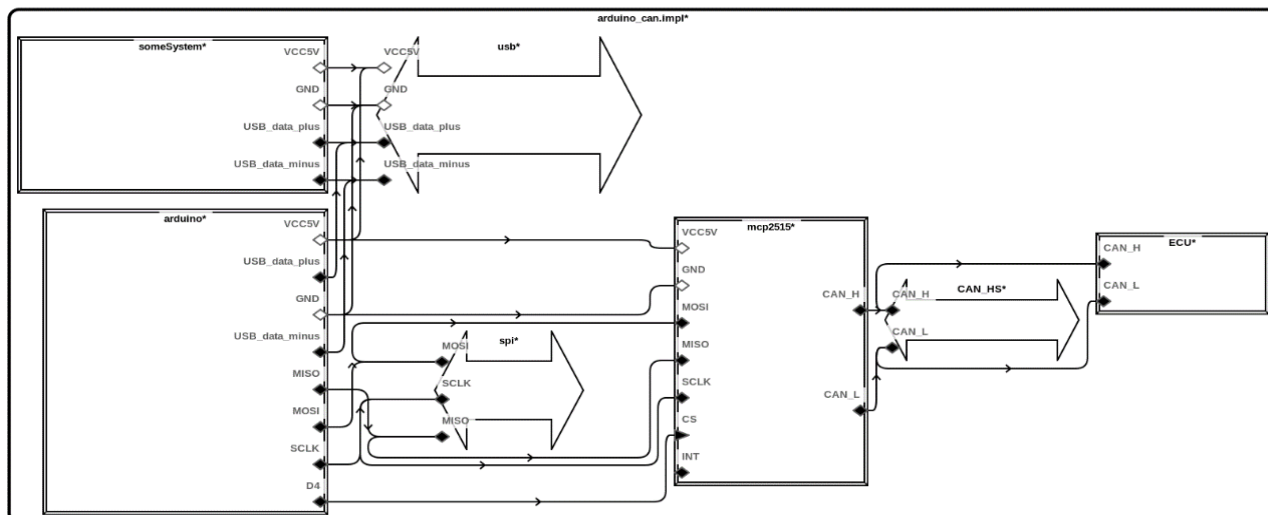


Рисунок 2 — Способ подключения CAN к Arduino с использованием трансивера MCP 2515

На рисунке 3 показан способ подключения CAN к микрокомпьютеру Raspberry PI (или к различным другим устройствам такого типа вроде Orange PI или Jetson Nano с аналогичной колодкой GPIO). Тут также использована схема MCP 2515 и шина SPI. Следует учесть, что MCP 2515 работает с 5в, а микрокомпьютеры такого типа с 3.3в, но их входы толерантны к более высокому уровню).

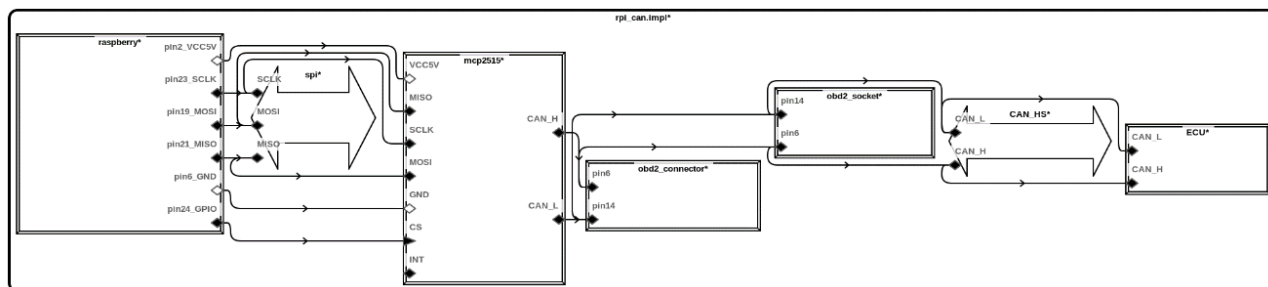


Рисунок 3 — Способ подключения CAN к Raspberry Pi с использованием трансивера MCP 2515

На рисунке 4 показана такая схема вживую. На рисунке 5 показан пример тестового стенда. Здесь используется ЭБУ автомобиля Mazda, которое генерирует CAN-фреймы (в данном случае ошибочные), к нему подключается микроконтроллер, а также ELM.

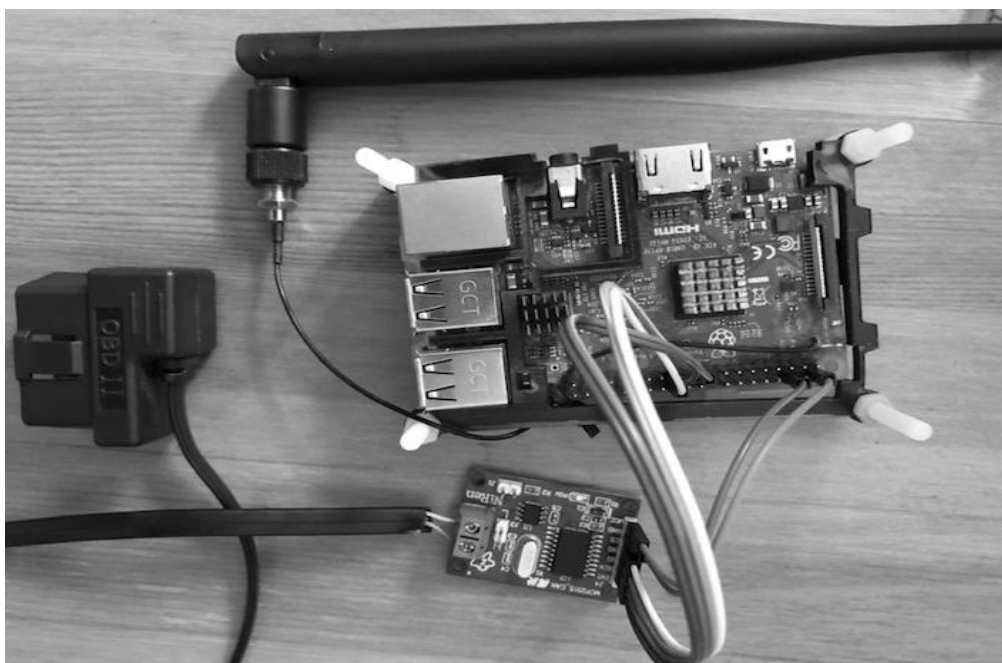


Рисунок 4 – Подключение CAN к Raspberry Pi, виден сам микроконтроллер, к нему через SPI подключен MCP 2515 от китайского производителя Ni Ren и имеется выход для подключения в разъем OBD

### Программная работа с CAN

На микроконтроллерах работа с CAN осуществляется с помощью MCP SPI библиотек (таких, например, как библиотека MCP 2515 для Arduino [2]). Если есть необходимость использовать ELM адаптер, можно использовать открытые решения по работе с его протоколом (получения скорости, оборотов автомобиля) вроде [3].

На микрокомпьютерах с полноценной ОС Linux для ARM таких как Raspberry Pi, необходимо подключить драйвер для MCP с помощью дерева устройств (device tree), это делается в конфигурационных файлах или с использованием средств конфигурации или сборкой своего

ядра операционной системы [4]), дальше можно будет работать с CAN через сокет с использованием виртуального сетевого адаптера в системе вроде can0. После этого для работы с сообщениями, циркулирующими на шине, можно использовать пакеты Linux-can и can-utils [5], а также классы QT CAN. В этом случае мы будем получать сырые данные с CAN, чтобы потом их обрабатывать специфично для каждого производителя автомобиля).

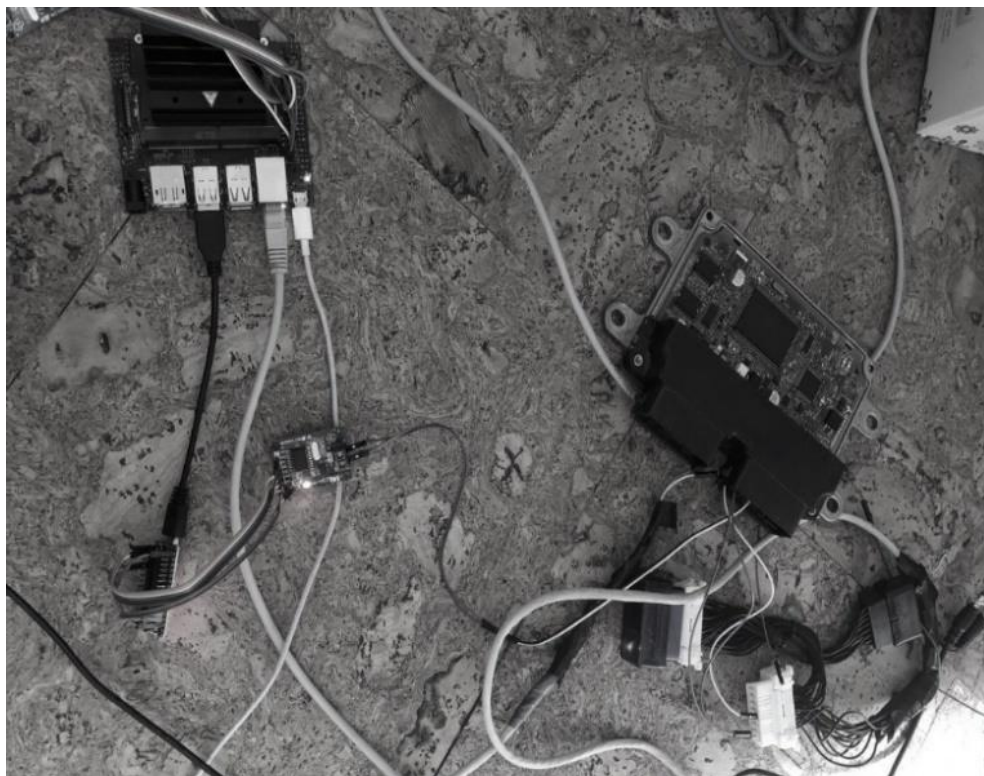


Рисунок 5 – Тестовый стенд

## Выводы

Предложенные методы использовались для написания программного фреймворка для анализа данных [6] и предсказания аномалий, а также сбор данных для анализа системы ABS автомобиля [7].

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Mazda6, MAZDASPEED6 Wiring Diagram. Mazda Motor Corporation, 2005.
2. 107-Arduino-MCP2515 // ARDUINODOCS : [website] / Arduino. – 2024. – URL: <https://www.arduino.cc/reference/en/libraries/107-arduino-mcp2515/> (дата обращения: 01.12.2024).
3. ELMduino // GitHub : [website] / GitHub. – 2024. – URL: <https://github.com/PowerBroker2/ELMduino> (дата обращения: 01.12.2024).
4. [quick-guide] CAN bus on raspberry pi with MCP2515 // Raspberry Pi : [website] / Raspberry Pi. – URL: <https://forums.raspberrypi.com/viewtopic.php?t=141052> (дата обращения: 01.12.2024).
5. SocketCAN user space applications // GitHub : [website] / GitHub. – 2024. – URL: <https://github.com/linux-can/can-utils> (дата обращения: 01.12.2024).
6. Staroletov S. A Software Framework for Jetson Nano to Detect Anomalies in CAN Data //2023 International Russian Smart Industry Conference (SmartIndustryCon). – IEEE, 2023. – С. 490-498.
7. Staroletov, S. Modeling the anti-lock braking system in Scilab and its checking for compliance with uniform requirements // Proceedings of the 7th International Conference on Industrial Engineering (ICIE 2021) Volume II 7. – Springer International Publishing, 2022. – С. 413-424.

## ПОВЫШЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ СОВРЕМЕННЫХ АВТОМОБИЛЕЙ

Матяш Сергей Петрович, старший преподаватель, e-mail: smataysh@yandex.ru  
Малинина Алёна Евгеньевна, студентка 3 курса гр.3314, e-mail: akasiben23@gmail.com

ФГБОУ ВО Новосибирский ГАУ, г. Новосибирск, Россия

*В статье раскрыты различные современные системы и устройства, позволяющие обеспечить активную и пассивную безопасность автомобиля.*

**Ключевые слова:** активная безопасность, пассивная безопасность, системы повышения безопасности автомобилей.

Динамика темпа развития автомобилей непрерывно распространяется не только на выпуск новых марок автомобилей, их видов и возможностей, но и в повышении защиты водителя, пассажиров, а также тех, кто может оказаться в непосредственной близости от автомобиля.

В данный момент все больше ресурсов тратится на развитие как активной, так и пассивной безопасности в автомобилях и, если сравнить автомобили, вышедшие с конвейера сейчас, с автомобилями, которые появились на рынке несколько лет назад, можно заметить кардинальные изменения.

К области пассивной защиты относятся надувные подушки и занавески, ремни безопасности, а также силовые и сминаемые зоны конструкции кузова. То есть - то, что позволяет максимально обезопасить водителя и пассажиров в самых критических ситуациях.

Сейчас многие системы пассивной безопасности улучшаются за счет современных технологий. Самыми выраженными и ходовыми устройствами являются подушки и ремни безопасности.

Современные подушки безопасности отличаются специальной конструкцией и возможностью изменять степень и скорость заполнения воздухом. Это позволяет практически полностью предотвращать повреждения и серьёзные травмы водителя при дорожно-транспортных происшествиях.

Эти подушки безопасности отличаются точными алгоритмами срабатывания, ступенчатой системой срабатывания и использованием в них специальных баллонов со сжатым воздухом.

Блок управления подушками учитывает силу и направление удара автомобиля с препятствием, скорость движения машины, интенсивность её замедления, точное количество пассажиров внутри, а также их рост, вес и позу. При лёгких столкновениях подушка надувается ненамного, минимизируя возможность получить травмы, но не более того, а при сильном ударе — работает во всю силу, защищая при самых сильных столкновениях.

Так же стоит отметить, что в современных автомобилях производители устанавливают от 2 до 7 подушек безопасности. Их может быть и больше, но это зависит от комплектации и ценового сегмента автомобиля [1].

Современные ремни безопасности отличаются от старых и проверенных несколькими параметрами: количеством точек крепления, способом регулировки, принципом срабатывания, а также наличием современных опций.

Автомобильные ремни могут иметь от 2 до 6 точек крепления. Они делятся на элементы, которые требуют ручного регулирования, и самозатягивающиеся устройства, а также делятся на статические, динамические и опережающие ремни. Инерционная система срабатывает при резком рывке, тем самым демонстрируя большую эффективность в работе. Некоторые современные ремни безопасности имеют дополнительные опции, например, механизмы с предварительным натяжением, которые приводятся в действие пиропатроном.

Очень выделяются надувные ремни безопасности, которые используют в качестве ленты специальный резервуар для воздуха. При срабатывании ремень меняет свой размер, увеличиваясь в объёме, равномерно распределяя нагрузку по телу пассажира или водителя.

Несмотря на сильные улучшения и нововведения в системах пассивной безопасности, самыми важными системами безопасности были и остаются системы активной безопасности. К ним относятся: антиблокировочная система тормозов (ABS), интеллектуальные транспортные системы (ITS), адаптивные системы помощи водителю, внедрение искусственного интеллекта в устройство автомобиля, различные сенсоры, датчики и камеры, а также развитие различных взаимодействий автомобиля с мобильными устройствами, тем самым позволяя передавать информацию о состоянии водителя и окружающей обстановке, что хорошо сказывается на предотвращении аварийных ситуаций.

Современная антиблокировочная система тормозов (ABS) — это набор механических и электронных узлов, необходимых для исключения полной блокировки колёс при торможении автомобиля.

Принцип работы заключается в том, что система постоянно следит за скоростью вращения колёс и регулирует давление в тормозной системе, не допуская их слишком сильной блокировки. Так, если во время интенсивного торможения машины одно или несколько колёс блокируются и начинают скользить по поверхности дороги, система сразу же автоматически ослабляет давление тормозной жидкости в соответствующей магистрали, и колесо вновь начинает нормально вращаться.

В конструкции ABS присутствуют различные датчики, которые фиксируют переход колеса от качения к скольжению, следят за режимом торможения на каждом колесе, скоростью перемещения педали водителем и усилием нажатия на неё, сглаживают пульсации давления в системе и повышают скорость отклика ABS, а также поддерживают давление в системе при срабатывании системы ABS на затяжном торможении [2].

Современные ABS обычно четырёхканальные. Это даёт возможность управлять давлением в тормозной системе отдельно для каждого колеса, а не всех вместе, что отлично показывает себя в сложных ситуациях на дороге.

Интеллектуальные транспортные системы (ИТС) — это комплекс аппаратных и программных средств, помогающих более эффективно эксплуатировать транспортную сеть, при использовании информационных, коммуникационных и управленческих технологий, которые встроены в дорожную инфраструктуру.

Работа ИТС состоит из сбора информации, анализа трафика, моделирования трафика, обмена данными и последующего управления движением автомобиля по дороге.

Специальные датчики и дорожные камеры снимают данные о дорожном потоке в ключевых точках города, к этим данным добавляется информация с дорожных метеосистем (температура, влажность воздуха, осадки, состояние дорожного покрытия), данные экологических датчиков, передающих данные о содержании выхлопных газов, камер с парковок и паркоматов, которые добавляют информацию о загруженности стоянок. Получив весь этот массив данных, который постоянно обновляется, система анализирует, где сейчас дороги более свободны, а где сильно перегружены. В зависимости от времени года и времени суток, а также от дня недели система прогнозирует развитие ситуаций на этих дорогах и строит модель, по которой можно в дальнейшем выбрать направление движения. Просчитав все данные и построив модели, система при помощи доступной ей периферии (в основном, светофоров и информационных табло) пытается выстроить транспортные потоки так, чтобы затруднения были минимальными.

В ИТС входят самые новые достижения цифровизации, включая нейросеть, виртуальные модели, цифровые копии и искусственный интеллект.

Существует множество адаптивных систем помощи водителю с разными функциями. К ним относятся предупреждение об опасности при движении задним ходом, помощь водителю не превышать лимит скорости, предупреждение водителя о выходе за пределы полосы движения, помощь в поддержании нужной скорости движения без участия водителя и с соблюдением дистанции от других участников дорожного движения.

Сейчас внедрение искусственного интеллекта (ИИ) в современные автомобили направлено в области облегчения вождения. К ним относятся:

- Помощь в навигации.

ИИ определяет и рассчитывает наличие пробок на дорогах, благодаря анализу снимков со спутников и скопления мобильных устройств в определённых зонах города. Он также распознаёт камеры ограничения скорости, установленные на дорогах, предупреждает об авариях, ремонте, а также просчитывает лучшие варианты маршрута с занесением всех просчитанных ситуаций и препятствий в этот маршрут.

- Помощь при вождении и парковке.

Улучшенная система помощи водителю помогает парковаться и вести автомобиль с большей осторожностью. Датчики на корпусе авто определяют препятствия, встреченные на пути, и могут остановить машину самостоятельно, если водитель приблизится к ним слишком близко.

- Голосовое управление.

Позволяет менять режимы вождения, не отвлекаясь от дороги. К примеру, сейчас в некоторых машинах возможно управлять всеми элементами салона при помощи голосовых команд — открыть люк, позвонить кому-нибудь, открыть стёкла, заблокировать двери, включить фары, а также изменить температуру в салоне автомобиля.

- Распознавание водителя.

Система может работать от ключ-карты, пароля, авторизации через смартфон, а также по голосовой записи водителя, его отпечатков пальцев и сканированию лица. Сейчас ведутся разработки в области еще большей безопасности автомобиля за счет загрузки в систему большего количества распознавательных знаков владельца машины.

- Самоуправляемый транспорт.

Искусственный интеллект, в сочетании с другими устройствами получения информации, позволяет системе управления автомобилем принимать самостоятельные решения на дороге, управлять автомобилем без помощи водителя, избегая других транспортных средств и аварийных ситуаций.

К самым большим нововведениям в системе активной безопасности можно отнести создание новых и очень функциональных сенсоров, камер и датчиков. Самыми интересными из них являются:

- Инфракрасные видеокамеры.

Эти камеры, встроенные в автомобиль, позволяют в темное время суток сканировать объекты, не выделяющие собственного тепла, и выводят на экран автомобиля точные детальные изображения пространства впереди автомобиля на расстоянии около 150 метров.

На данный момент дальность действия стандартных фар не превышает сорока метров, поэтому разработка и внедрение инфракрасных видеокамер на новые автомобили является одним из самых технологичных нововведений в настоящее время.

- Система предупреждения о непроизвольном пересечении осевой линии дорожной разметки.

Как только водитель начинает смещаться с правильной траектории, датчики, встроенные в устройство автомобиля, передают левому или правому вибро-механизму, каждый из которых встроен в боковые секции кресла сигнал, позволяющей водителю понять в чём проблема и вернуться на верную траекторию движения.

- Камеры, встроенные во внешние зеркала.

Эти камеры позволяют контролировать «слепые» зоны автомобиля. Данная система не только предупреждает о невозможности манёвра, но и заранее сигнализирует об автомобилях, которые движутся по соседним полосам в зоне действия камер.

- Система распознавания дорожных знаков

Как и многие другие системы, эта узконаправленная система позволяет считывать и обрабатывать информацию в реальном времени, выводя на экран автомобиля рекомендации по движению в соответствии с установленным на дороге знаком.

- Система аварийного торможения.

Данная система, с помощью иных устройств получения информации, нужных для предостережения водителя, а также в экстренных случаях активно вмешаться для предотвращения аварий, беря на себя управление автомобилем, уже хорошо зарекомендовала себя и активно внедряется в новые автомобили.

- Система управления полосой движения.

Эта система помогает водителю с выбором самого лучшего маршрута, что позволяет избегать столкновений с другими транспортными средствами, находящимися на дорогах.

- Система контроля слепых зон.

Данная система помогает в отслеживании пространства позади автомобиля и, если другая машина, приближаясь сзади, попадает в «слепую» зону зеркал, на панели управления загорается тревожная лампочка с той стороны, откуда исходит опасность.

- Система кругового обзора.

Система с помощью миниатюрных видеокамер, размещённых на кузове автомобиля, способна построить виртуальную карту, показывающую вид сверху или сбоку от машины. Это позволяет иметь чёткое трёхмерное изображение всего окружающего пространства и снизить количество аварийных ситуаций [3].

Также для повышения активной безопасности автомобилей разрабатываются такие системы, как система «умного освещения», которая может отслеживать не только людей, но и животных. При этом отображать пешеходов и животных во тьме будет не экран на приборной панели, а проекционный AR-дисплей.

Рассмотренные электронные системы, активно используемые в современных автомобилях, позволяют значительно повысить безопасность дорожного движения и минимизировать долю аварийных ситуаций на дорогах.

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Интеллектуальные транспортные системы [Электронный ресурс]. – URL: digitalocean.ru (дата обращения: 06.12.2024).
2. Будущее автомобильной безопасности: какие инновации и исследования направлены на создание максимально безопасных транспортных средств [Электронный ресурс]. – URL: drive2.ru (дата обращения: 07.12.2024).
3. 5 систем безопасности в вашем авто, которые могут сохранить жизнь. [Электронный ресурс]. – URL: iphones.ru (дата обращения: 08.12.2024).

# ИССЛЕДОВАНИЕ И ОЦЕНКА МОДЕЛЕЙ ТРАНСПОРТНОГО ПОТОКА ДЛЯ ГЕНЕРАЦИИ СРЕДЫ ОБУЧЕНИЯ С ПОДКРЕПЛЕНИЕМ

Земская Софья Сергеевна, магистрант, e-mail: sophie.zemskaya.altstu@yandex.ru

Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова, г. Барнаул, Россия

*В статье описаны математические модели транспортного потока под потребности генерации среды обучения с подкреплением.*

**Ключевые слова:** транспортный поток, математическая модель, искусственный интеллект, машинное обучение, обучение с подкреплением, Reinforcement Learning.

В последнее время в обществе стали очень популярны искусственный интеллект и нейронные сети, которые используются повсеместно – от разблокировки телефона до управления автомобилями. Беспилотные автономные транспортные средства (АТС) используют машинное обучение, в частности – обучение с подкреплением [1], для принятия решений в режиме реального времени на дороге, учитывая особенности дорожного движения. Такие АТС, помимо системы искусственного интеллекта, оснащены передовой системой датчиков, с помощью которой они могут определять свое окружение, принимать решение, опираясь на полученные данные, и безопасно и эффективно передвигаться по дорогам.

Для получения нейронной сети, которая способна ориентироваться на дороге, необходимо смоделировать среду обучения. Обучение нейронной сети – трудоемкий и ресурсозатратный процесс, перед которым необходимо тщательно подготовить среду обучения. Для решения этой задачи существует моделирование. Моделирование транспортного потока – это процесс создания математических и компьютерных моделей, которые описывают движение транспортных средств и пассажиров в транспортных системах. Это важная область исследований, которая помогает анализировать, прогнозировать и оптимизировать транспортные потоки, а также разрабатывать эффективные стратегии управления дорожным движением.

Модели, применяемые для анализа транспортных сетей, весьма разнообразны. При этом на данный момент не существует исчерпывающей классификации методов моделирования. Систематизации в зависимости от решаемых задач осуществлялись по разным признакам. Наиболее популярной и содержательной является классификация по уровню детализации. Она является исчерпывающей для проектирования среды обучения.

Появляется проблема – необходимо подобрать такую модель транспортного потока, которая будет подходить под требования среды.

**Цель работы:** исследование и анализирование математических моделей транспортного потока для проектирования среды обучения с подкреплением.

## Моделирование среды обучения АТС с подкреплением

В классификации по уровню детализации выделено 3 глобальных модели [2]:

1. Макроскопические (гидродинамические) модели – это модели, которые сравнивают поток с жидкостью, т.е. поток рассматривается как неделимая единица, то есть отсутствует моделирование каждого автомобиля.

2. Микроскопические модели – это модели транспортного потока, которые фокусируются на детальном анализе поведения отдельных транспортных средств и взаимодействий между ними. Эти модели позволяют исследовать динамику движения на уровне отдельных автомобилей, учитывая такие факторы, как ускорение, торможение, расстояние между автомобилями и поведение водителей.

3. Мезоскопические модели представляют собой подход к моделированию, в котором модели используются для изучения систем, где важны как коллективные эффекты, так и индивидуальные взаимодействия, но при этом не требуется детальное описание каждого элемента системы. Особенностью данных методов моделирования является комбинирование микро- и макроскопических моделей.

Макроскопические модели подходят для анализа больших участков дороги и полезна для оценки общего поведения транспортной системы, но, для обучения АТС, где важны индивидуальные действия и взаимодействия, они могут быть недостаточно детализированы. Мезоскопические модели могут учитывать группы транспортных средств и их взаимодействия, что делает их полезными для анализа более сложных сценариев, чем макроскопические модели, но менее детализированными. Эти модели могут быть полезны в некоторых случаях, но для обучения АТС они не будут столь эффективны. Микроскопические модели фокусируются на поведении отдельных транспортных средств и их взаимодействиях. Для обучения АТС такие модели являются наиболее подходящими, так как они позволяют моделировать поведение каждого автомобиля в потоке, что критично для разработки алгоритмов обучения с подкреплением, где важно учитывать индивидуальные действия и реакции на изменения в окружающей среде.

### **Обзор микроскопических моделей**

Для достижения поставленной ранее цели необходимо, чтобы модель обеспечивала реалистичное поведение АТС, что критично для обучения в реальных условиях. Также модель учитывает различные факторы, влияющие на поведение водителей, что позволяет АТС адаптироваться к изменениям в дорожной обстановке. Модель должна отображать действия и взаимодействия на дорогах, а также она должна иметь возможность интегрироваться в алгоритмы обучения с подкреплением [3].

По описанным ранее критериям, были выбраны три модели:

1. Модель Нагеля-Шрекенберга – это клеточный автомат, который используется для моделирования дорожного движения. В этой модели автомобили представлены как клетки на одномерной решетке, где каждая клетка может быть либо пустой, либо занята автомобилем. Основные правила модели включают:

- Автомобили могут двигаться вперед, если следующая клетка свободна;
- Если перед автомобилем находится другой автомобиль, он может замедлиться или остановиться;
- Модель учитывает случайные изменения скорости, что позволяет имитировать поведение реальных водителей.

2. Модель разумного водителя – это модель, которая описывает поведение водителя и принимает решения на основе текущей ситуации на дороге. В этой модели учитываются такие факторы, как:

- Расстояние до других автомобилей;
- Скорость движения;
- Дорожные условия и знаки.

3. Модель Крауса – это модель, которая фокусируется на взаимодействии между автомобилями и их поведении в различных дорожных условиях. В этой модели учитываются:

- Индивидуальные характеристики водителей;
- Стратегии обгона и смены полосы;
- Реакции на действия других участников дорожного движения.

Для сравнения полученных моделей необходимо сравнить следующие показатели:

1. Графики времени в пути – сравнивается, как время в пути для АТС варьируется в зависимости от различных дорожных условий и поведения других водителей.

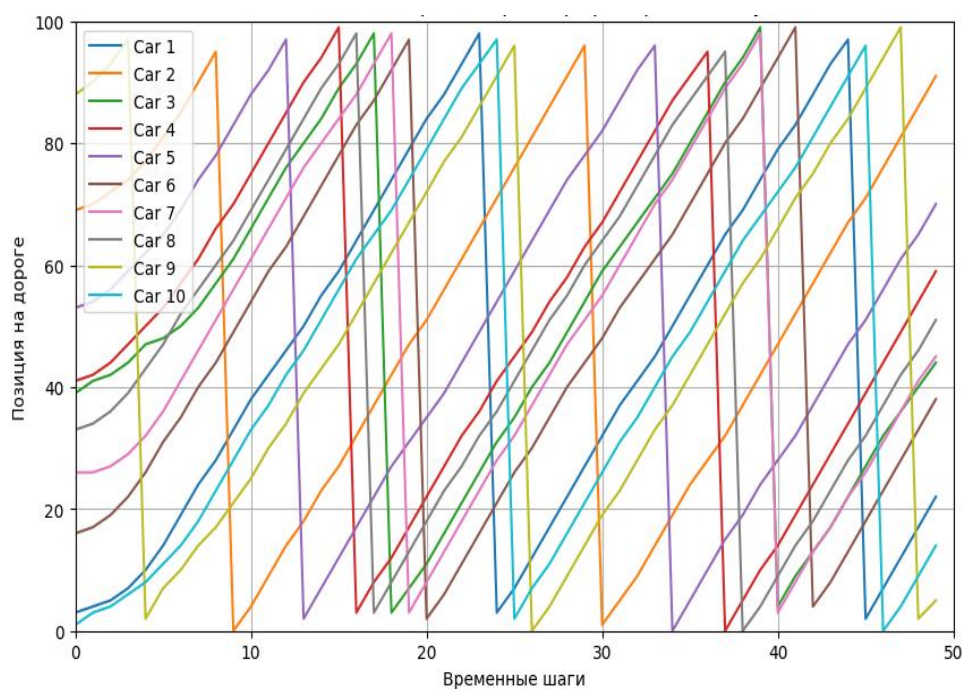


Рисунок 1 – График времени для модели Нагеля-Шрекенберга

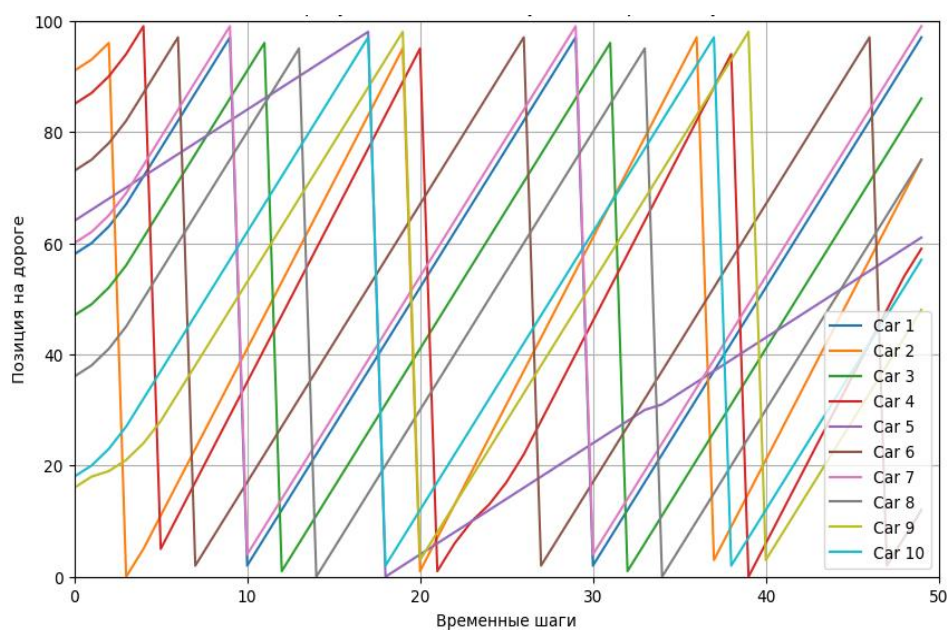


Рисунок 2 – График времени для модели разумного водителя

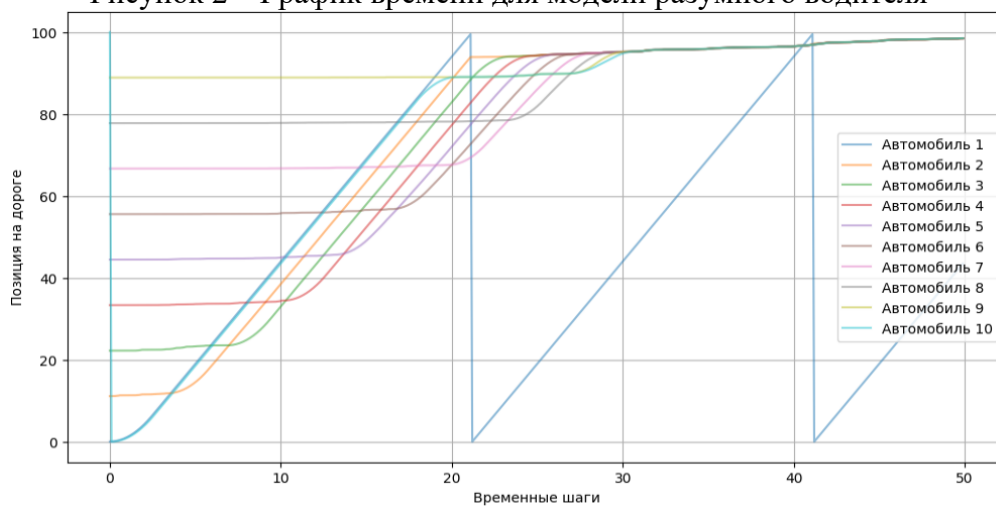


Рисунок 3 – График времени для модели Крауса

2. Графики скорости потока – изучается, как модели предсказывают скорость потока автомобилей в зависимости от плотности и поведения водителей:

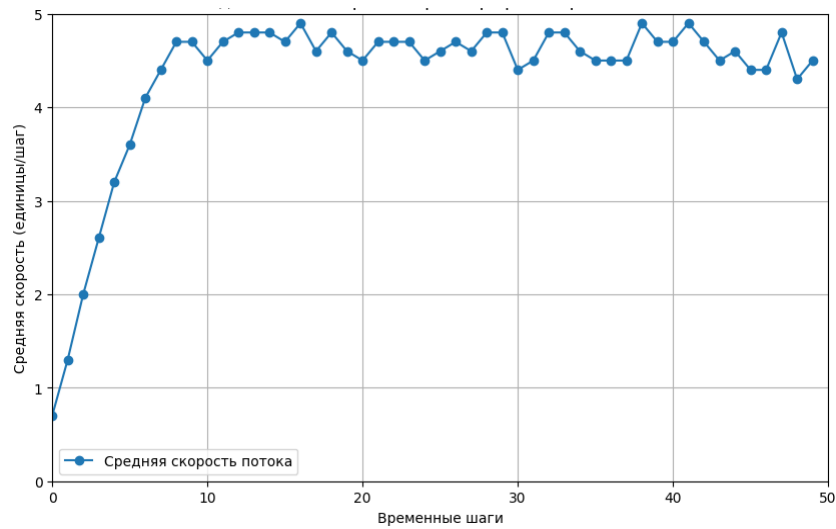


Рисунок 4 – График скорости потока для модели Нагеля-Шрекенберга

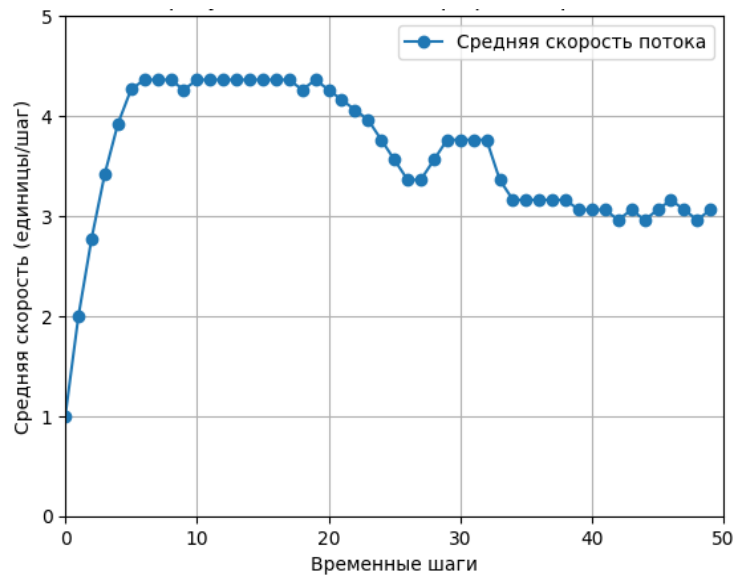


Рисунок 5 – График скорости потока для модели разумного водителя

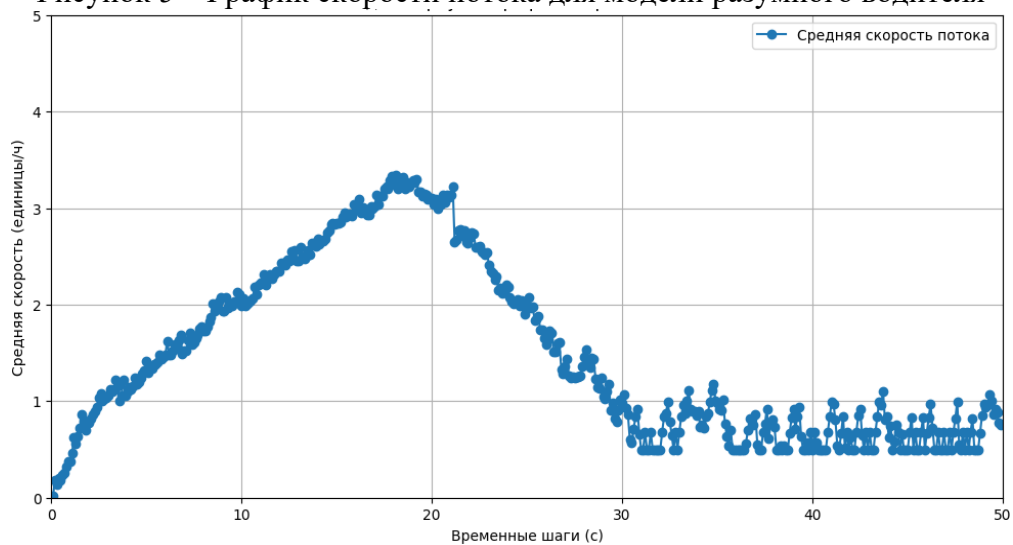


Рисунок 6 – График скорости потока для модели Крауса

## Анализ и результаты

Транспортные потоки являются динамическими системами, где движение транспортных средств происходит во времени. Время позволяет отслеживать изменения в скорости, позиции и плотности транспортных средств. Модели, которые не учитывают временной аспект, не могут адекватно описать, как транспортные средства взаимодействуют друг с другом и с окружающей средой [4]. На рисунках 1-6 отображены зависимости вторых по важности фундаментальных величин – скорости и пути – от времени.

График времени в пути для модели Крауса более информативен и полезен по сравнению с графиками для моделей Нагеля-Шрекенберга и разумного водителя по нескольким причине того, что модель Крауса более детально учитывает поведение водителей, включая возможность смены полосы движения и адаптацию скорости в зависимости от расстояния до впереди идущего автомобиля. Это позволяет лучше моделировать реальные условия движения и, как следствие, более точно предсказывать время в пути.

График скорости потока, опять же показал лучшие результаты для модели Крауса. В модели Крауса автомобили могут изменять свою скорость более плавно и адаптивно, что позволяет избежать резких торможений и ускорений. Это приводит к более стабильному потоку и меньшему времени в пути, особенно в условиях плотного движения.

Как итог – модель Крауса использует более реалистичные предположения о поведении водителей и взаимодействии между автомобилями. Это делает результаты моделирования более применимыми к реальным дорожным условиям, что позволяет лучше оценивать время в пути в различных сценариях.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Глубокое обучение с подкреплением: теория и практика на языке Python. — СПб.: Питер, 2022. — 416 с.: ил. — (Серия «Библиотека программиста»). ISBN 978-5-4461-1699-7.
2. Недяк А.В., Рудзейт О.Ю., Зайнетдинов А.Р. Классификация методов моделирования транспортных потоков // Вестник Евразийской науки, 2019 №6, <https://esj.today/PDF/87SAVN619.pdf> (доступ свободный). Загл. с экрана. Яз. рус., англ.
3. Задорожный В. Н., Юдин Е. Б. Обзор программ моделирования транспортных потоков // ОмГТУ. 2012. №1. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/obzor-programm-modelirovaniya-transportnyh-potokov> (дата обращения: 06.12.2024).
4. Мунаввархонов Зокирхон Тохирхон Угли, Соаталиев Диербек Баходир Огли МОДЕЛИРОВАНИЕ ДВИЖЕНИЯ ТРАНСПОРТНЫХ ПОТОКОВ // ReFocus. 2023. №3. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/modelirovanie-dvizheniya-transrportnyh-potokov> (дата обращения: 07.12.2024).

# ПОДГОТОВКА КАДРОВ ДЛЯ ДОРОЖНОГО ХОЗЯЙСТВА, ТРАНСПОРТА И АПК

## ПОДГОТОВКА КАДРОВ РАБОЧИХ ПРОФЕССИЙ В СФЕРЕ АВТОМОБИЛЬНОГО ТРАНСПОРТА ДЛЯ ИНДУСТРИАЛЬНЫХ ПАРТНЕРОВ ВУЗА

Баранов Алексей Сергеевич, к.т.н., доцент, baranowas@mail.ru

Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова, Барнаул, Россия

*В статье рассмотрены аспекты проблемы нехватки и особенности различных направлений подготовки кадров для транспортной отрасли. ФГБОУ ВО АлтГТУ им. И.И. Ползунова реализует все возможные направления подготовки кадров для автомобильного транспорта. Мотивацией для профессиональной подготовки студентов является возможность применить полученные знания на практике при участии в деятельности студенческих строительных и производственных отрядов. При подготовке специалистов предложено более тесное взаимодействие образования и производства на этапе подготовки студентов Университетского технологического колледжа АлтГТУ.*

**Ключевые слова:** кадры, рабочие профессии, профессиональное обучение, студенческий производственный отряд, транспортная отрасль.

Для многих предприятий, в том числе транспортной отрасли, в настоящее время серьезной задачей является подготовка и обеспечение кадрами своих производств.

На предприятиях автомобильного транспорта в последнее время наблюдается значительный дефицит кадров: на автотранспортных предприятиях не хватает ремонтных рабочих и водителей, а также специалистов по организации перевозок; на сервисных предприятиях наблюдается значительная нехватка слесарей по ремонту, специалистов-диагностов, персонала для работы с клиентами. Например, по данным издания «Известия» нехватка кадров в транспортно-логистической сфере за первое полугодие 2024 года выросла на 52%. Только нехватку водителей оценили в 25%. По данным сервиса SuperJob транспортно-логистическая сфера входит в тройку сфер с наиболее высокой потребностью в персонале [1].

Основным ресурсом для пополнения кадров являются выпускники образовательных организаций высшего образования и среднего профессионального образования, получившие образование по направлениям (специальностям), связанным с транспортной отраслью. Также дает возможность восполнить дефицит кадров профессиональная переподготовка специалистов из других областей экономики, желающих работать в сфере транспорта. Еще одним ресурсом для решения кадровой проблемы является обучение будущих работников рабочей профессии, требующейся на производстве.

ФГБОУ ВО АлтГТУ им. И.И. Ползунова реализует несколько образовательных программ УГНС 23.00.00 Техника и технологии наземного транспорта: 23.03.01 Технология транспортных процессов, 23.03.03 Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов, 23.05.01 Наземные транспортно-технологические средства, 23.04.02 Наземные транспортно-технологические комплексы, 23.02.04 Техническая эксплуатация подъемно-транспортных, строительных, дорожных машин и оборудования (по отраслям) и 23.02.07 Техническое обслуживание и ремонт двигателей, систем и агрегатов автомобилей [2].

В прошедшем учебном году вуз впервые реализовал в Институте развития дополнительного профессионального образования ФГБОУ ВО АлтГТУ им. И.И. Ползунова программу подготовки кадров путем обучения рабочей профессии Слесарь механосборочных работ. Основным толчком для подготовки программы послужило создание студенческого производственного отряда и прохождение практики на ПАО «КАМАЗ». Возможность реализации этого проекта появилась благодаря Постановлению Правительства Российской Федерации от 09 июня 2021 года №876 «Об утверждении Правил предоставления гранта в форме субсидии из федерального бюджета на финансовое обеспечение реализации мероприятий по предоставле-

нию грантов на обучение по основным программам профессионального обучения на бесплатной основе участников студенческих отрядов по профессиям рабочих, должностям служащих, необходимым для осуществления трудовой деятельности в составе таких отрядов».

Для формирования списка обучающихся был сформирован студенческий производственный отряд (СПрО) «Камазовцы» из числа студентов Факультета Энергомашиностроения и Автомобильного Транспорта и Факультета Специальных Технологий. В состав отряда вошли студенты четвертого курса специальности 23.05.01 Наземные транспортно-технологические средства, третьего курса направления подготовки 13.03.03 Энергетическое машиностроение, второго курса направления подготовки 15.03.05 Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств и направления подготовки 15.03.02 Технологические машины и оборудование.

Подготовка велась для участия СПрО «Камазовцы» в летнем трудовом семестре на ПАО «КАМАЗ» в качестве рабочих сборочного производства.

За курс обучения студенты освоили несколько учебных дисциплин и прошли два вида практик. Срок освоения программы обучения составил чуть менее двух месяцев. Обучение велось силами преподавателей ФГБОУ ВО АлтГТУ с привлечением специалистов из РСО.

По окончании обучения всем студентам на основании успешного прохождения квалификационного экзамена было вручено свидетельство о профессии рабочего по профессии Слесарь механосборочных работ 2 разряда. Обучение по данной профессии рабочего было реализовано по заявке кадровой службы ПАО «КАМАЗ».

Обучение студентов проходило параллельно с освоением ими своей основной образовательной программы во время, свободное от занятий. Часть студентов при этом дополнительно проходила обучение в Военном учебном центре АлтГТУ.

В результате поездки студентов в составе СПрО «Камазовцы» на работу в третьем трудовом семестре на производство в г. Набережные Челны удалось решить сразу несколько задач:

- студенты прошли производственную практику по своему профилю (специализации) обучения;
- студенты познакомились с одним из крупнейших в России автосборочных производств;
- студенты получили достойную заработную плату (по результатам работы заработная плата бойцов составила примерно 60 тыс. рублей в месяц);
- бойцы отряда познакомились с большим числом своих товарищей – бойцов СПрО из других регионов России и зарекомендовали себя одним из лучших отрядов по итогам прошедшего года.

В текущем семестре университету снова удалось выиграть грант на обучение по Постановлению Правительства Российской Федерации от 09 июня 2021 года №876. И вновь стартовала подготовка ребят – будущих бойцов СПрО – по той же рабочей профессии.

На этот раз спектр обучающихся сместился в сторону студентов СПО, обучающихся в Университетском технологическом колледже (УТК) АлтГТУ. В списки на обучение включены студенты первого и второго курса специальностей 23.02.04 Техническая эксплуатация подъемно-транспортных, строительных, дорожных машин и оборудования (по отраслям) и 23.02.07 Техническое обслуживание и ремонт двигателей, систем и агрегатов автомобилей, а также студенты первого курса Факультета Энергомашиностроения и Автомобильного Транспорта, обучающиеся по направлению подготовки 23.03.03 Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов.

В перспективе планируется разработать программу обучения рабочей профессии Оператор логистических услуг с возможностью прохождения практики также на ПАО «КАМАЗ» и в транспортно-логистических компаниях города и региона. Специалисты данной области знаний востребованы на рынке труда. Овладение данной рабочей профессией повысит конкурентоспособность выпускников при трудоустройстве после окончания обучения.

Также в планах на следующий календарный год стоит попытка воссоздать концепцию профессионального обучения, реализованную в образовательном учреждении «Алабуга Политех» на базе УТК АлтГТУ [3].

Концепция данного образовательного учреждения заключается в обучении студентов в тесном взаимодействии с производственными компаниями, которые организовали практическую подготовку студентов, максимально приближенную к производству. Студенты осваивают профессию, находясь на своих будущих рабочих местах. Вместе с приказом о зачислении в колледж, студенты заключают трудовой договор с предприятием и в процессе обучения решают реальные производственные задачи.

Имеются отличия студента «Алабуга Политех» от студента, обучающегося в классическом колледже, и в расписании рабочего дня. Студент «Алабуга Политех» первую половину дня работает на предприятии, осваивая азы профессии на практике. Теоретическим обучением он занимается во второй половине дня. Занятия проходят часто с использованием дистанционных образовательных технологий или с использованием ВКС. Имеется возможность такого обучения как у выпускников 11 класса, так и после 9 классов школьного образования.

В г. Барнауле имеется ряд машиностроительных предприятий, предприятий автомобильной отрасли, предприятий химической промышленности, которые могли бы стать партнерами ФГБОУ ВО АлтГТУ им. И.И. Ползунова в рамках подготовки специалистов для нужд своих предприятий. Тем более, многие из них входят в состав Попечительского совета университета.

Данный подход позволил бы усилить аспект профессиональной подготовки студентов УТК. И вместе с тем позволил бы избежать недостатков дистанционного обучения, которые имеются в образовательном процессе студентов в «Алабуга Политех». Обучение может быть реализовано в очном формате, что даст возможность студентам после выпуска иметь достаточные теоретические знания для поступления на программы высшего образования.

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Сошли с колес: в логистике не хватает 312 тыс. сотрудников // <https://iz.ru/1756939/ksenii-nabatkina-iana-shturma/soshli-s-koles-v-logistike-ne-khvataet-312-tys-sotrudnikov> (дата обращения: 08.12.2024).

2. Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова : [сайт] / АлтГТУ им. И.И.Ползунова. – 2008-2024. – URL: [www.altstu.ru](http://www.altstu.ru) (дата обращения: 08.12.2024).

3. Алабуга Политех: Дуальное образование с гарантией трудоустройства : [сайт] / ОЭЗ ППТ «Алабуга». – URL: <https://polytech.alabuga.ru/> (дата обращения: 12.12.2024).

# САМОНАПРАВЛЕННОЕ ОБУЧЕНИЕ В СИСТЕМЕ ПОДГОТОВКИ КАДРОВ В ТЕХНИЧЕСКОМ ВУЗЕ: УСЛОВИЯ ОРГАНИЗАЦИИ И РОЛЬ ПЕДАГОГА

Баранова Елена Владиславовна, старший преподаватель, e-mail: elenbaranova@yandex.ru

Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова, г. Барнаул, Россия

*В исследовании рассматриваются теоретические и практические аспекты организации самонаправленного обучения в системе подготовки технических специалистов, анализируются ключевые условия эффективной реализации данного подхода в образовательном процессе технического вуза. Особое внимание уделяется роли педагога как фасилитатора процесса самообучения, раскрываются методические инструменты и стратегии поддержки самостоятельности студентов. Представлены результаты опроса студентов по теме организации самонаправленного обучения, представлены рекомендации по совершенствованию педагогической практики в контексте развития автономности обучающихся.*

**Ключевые слова:** самонаправленное обучение, самостоятельная работа студентов, навыки самообразования, гибкие навыки, проектный подход, технические вузы.

Согласно исследованиям World Economic Forum, наиболее востребованными гибкими навыками соискателей в настоящее время на международном рынке труда являются такие навыки, как стрессоустойчивость и адаптивность, социальное влияние и коммуникативные навыки, креативное мышление, эмпатия и эмоциональный интеллект, активное слушание, непрерывное обучение и любознательность [3]. В российском сегменте в перечне пяти-шести наиболее значимых навыков, которые ценит работодатель, также присутствует активное обучение и саморазвитие, навыки переговоров, возможности обучения других и передача знаний, решение сложных задач, тайм-менеджмент и клиентоориентированность. В этом контексте особо актуальным представляется изучение сущности самонаправленного (саморегулируемого) обучения студентов вузов, которое формирует эти востребованные гибкие навыки.

Структура современных образовательных программ построена таким образом, что в общем числе часов на обучение мы видим серьезную долю СРС. В отдельных дисциплинах технических направлений подготовки она достигает до 50%, и это дисциплины с общим значительным объемом часов (физика, теоретическая механика, эксплуатационные материалы, техническая эксплуатация автомобилей и т.п.). На этом же фоне все более четко вырисовывается тенденция, характерная для многих региональных вузов, по укрупнению студенческих групп, что приводит к необходимости развития навыков самообразования студентов.

Самостоятельное обучение — это комплексное понятие, которое включает в себя не только умение начать образовательный процесс, но и способность эффективно им управлять. Это означает, что обучающийся должен уметь самостоятельно выбирать источники информации, определять способы получения новых знаний и контролировать весь процесс своего развития. Особый формат образовательного процесса, где обучающийся самостоятельно, либо при минимальной поддержке извне, контролирует все этапы своего развития — самонаправленное обучение. Это включает в себя:

- определение собственных образовательных потребностей;
- постановку конкретных учебных целей;
- поиск необходимых ресурсов (как человеческих, так и материальных);
- выбор оптимальных стратегий обучения;
- оценку полученных результатов [2].

Исследование проблем самонаправленного обучения приводит к необходимости обсуждения двух важных вопросов. Какими качествами и навыками необходимо обладать обучающемуся для реализации самонаправленного обучения, и какова роль ВУЗа и педагога в этом процессе?

Авторы исследования [2] сравнивают подход к самонаправленному обучению с реализацией персонального образовательного проекта, цель которого — развитие и поддержание определённых компетенций и личностных качеств обучающегося. Такие обучающиеся обладают рядом характерных особенностей: способностью к целеполаганию, высокой степенью

самоорганизации, самоконтроля, самооценки. Кроме того, они демонстрируют высокую степень автономности в обучении и сильную мотивацию к развитию.

При анализе современных образовательных стандартов высшего образования для студентов технических направлений и специальностей мы выделим следующие важные универсальные компетенции на примере укрупненной «транспортной» группы (таблица 1).

Таким образом, как мы видим из содержания указанных компетенций, государство в рамках ФГОС ставит перед ВУЗами задачу формирования у выпускников навыков самоорганизации и самообразования.

Структурные компоненты самообразовательной деятельности по концепции П.И. Пидкасистого включают четыре взаимосвязанных элемента:

1. Мотивационно-смысловой компонент — формирует позитивное восприятие процесса самообразования у студента и его внутреннее отношение к самостоятельной работе.

2. Когнитивный компонент — обеспечивает наличие необходимой системы знаний и информационной базы для самообразования.

3. Организационно-деятельностный компонент — отвечает за планирование, организацию и контроль процесса самообразования.

4. Оценочно-рефлексивный компонент — развивает способности к самоанализу и объективной самооценке результатов работы [1].

Таблица 1 – Содержание компетенций, направленных на саморазвитие (УГНС 23.00.00)

| Код компетенции | Содержание компетенции                                                                                                                                                     |
|-----------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Бакалавриат     |                                                                                                                                                                            |
| УК-1            | Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач                                             |
| УК-2            | Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений |
| УК-6            | Способен управлять своим временем, выстраивать и реализовывать траекторию саморазвития на основе принципов образования в течение всей жизни                                |
| Специалитет     |                                                                                                                                                                            |
| УК-1            | Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий                                                 |
| УК-2            | Способен управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла                                                                                                            |
| УК-6            | Способен определять и реализовывать приоритеты собственной деятельности и способы ее совершенствования на основе самооценки и образования в течение всей жизни             |

Каждый из этих компонентов играет важную роль в формировании целостной системы самообразования. Они не существуют изолированно друг от друга, а образуют единую структуру, где: мотивация создает основу для начала самообразовательной деятельности, знания обеспечивают содержательную часть процесса, организация позволяет эффективно управлять деятельностью, рефлексия помогает оценивать достигнутые результаты и корректировать дальнейшие действия. Такая структура позволяет создать системный подход к самообразованию, где все компоненты работают согласованно для достижения образовательных целей.

Рассмотрим, на каких принципах должна строиться реализация самонаправленного обучения в вузе через проектный подход:

- автономность студента в выборе темы и формата проекта;
- самостоятельное планирование этапов работы над проектом;
- индивидуальный темп выполнения заданий;
- свобода выбора образовательных ресурсов и инструментов;
- самоконтроль и самооценка результатов.

На подготовительном этапе происходит: определение целей и задач проекта, выбор темы с учетом интересов студента, составление индивидуального плана работы, постановка

измеримых критериев успеха. Основной этап реализации включает самостоятельный поиск и анализ информации, разработку концепции проекта, практическую реализацию задуманного, регулярный самоконтроль прогресса. Заключительный этап предусматривает самооценку результатов, подготовку отчета, презентацию проекта и рефлексию полученного опыта.

Формами организации могут служить индивидуальные проекты с самостоятельным выбором темы, мини-группы по интересам для обмена опытом, менторская поддержка с гибким графиком консультаций, онлайн-платформы для самостоятельного обучения, система накопительных заданий с возможностью выбора уровня сложности. В российских технических вузах происходит активное внедрение указанных организационных форм. Например, в Московском физико-техническом институте среди студентов младших курсов реализуется программа менторства, в Алтайском государственном техническом университете поддерживается работа индивидуальных и групповых проектов в области проектирования различных элементов наземных транспортно-технологических машин. Такой подход позволяет создать гибкую образовательную среду, где студент становится активным субъектом обучения, развивает профессиональные компетенции и учится самостоятельно управлять своим образовательным процессом.

Анализ инструментов формирования у студентов навыков самонаправленного обучения невозможен без определения роли педагога в этом процессе. Формы педагогической поддержки могут опираться на следующие ключевые элементы: опекающая педагогика, направленная на создание комфортной образовательной атмосферы; конструктивное взаимодействие и открытый диалог между преподавателем и обучающимся; аутентичное оценивание достижений студентов; персонализированный подход к организации образовательного пространства для каждого обучающегося. Очевидно, что самонаправленное обучение неразрывно связано с формированием особого качества личности, которое проявляется в уверенности человека в собственных силах при решении различных задач самоэффективности. Самоэффективность проявляется через готовность браться за сложные задачи, способность ставить амбициозные цели, уверенность в способности достигать поставленных целей, настойчивость в преодолении препятствий. Студенты, обладающие таким типом мышления, рассматривают неудачи как результат недостаточных усилий и не связывают их с отсутствием способностей, умеют проводить критический анализ своих действий и находят способы преодоления возникающих барьеров. И именно преподаватель, наставник имеет возможность влиять на создание комфортной образовательной атмосферы и ключевые внутренние факторы: ценностные ориентиры, жизненные стремления, мотивационные установки.

Очевидно, что роль преподавателя в процессе формирования вышеупомянутых навыков может меняться по мере перехода студента с курса на курс. На первом курсе образовательный процесс строится вокруг освоения базовых дисциплин. В этот период преподаватель выполняет следующие функции: содействие формированию информационной мобильности студентов, обучению работе с современными цифровыми технологиями, развитию навыков использования образовательных платформ. Эффективной формой работы на начальном этапе будет создание мини-групп для решения практико-ориентированных задач. Такой подход способствует трансформации студента из пассивного слушателя в активного участника образовательного процесса. По мере адаптации в рамках изучения общепрофессиональных и профессиональных дисциплин, прохождения производственной практики преподаватель может предлагать студентам идеи для индивидуальных творческих заданий, создавая условия для достижения успеха в обучении путем подбора интересных и соразмерных его возможностям задач, связанным с реальным сектором экономики.

Проведя опрос среди 60 студентов выпускных курсов АлтГТУ, заинтересованных в самообразовании, мы выявили, что обучающимся на начальном этапе обучения крайне важно содействие педагогов в развитии таких ключевых навыков, как критическое мышление — способность анализировать информацию, выявлять причинно-следственные связи и формировать обоснованные выводы; креативное мышление — умение генерировать новые идеи, находить нестандартные решения и мыслить нестандартно и коммуникативная компетенция — навыки эффективного взаимодействия, обмена информацией и построения продуктивного диалога.

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Педагогика: учебник для студ. учреждений высш. проф. образования / П.И. Пидкасистый, В.А. Мижериков, Т.А. Юзефовичус; под ред. П. И. Пидкасистого. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательский центр «Академия», 2014. — 624 с.
2. Самостоятельность и проактивное поведение / П.С. Сорокин, Ю.Н. Корешникова и др.; Нац. исслед. ун-т «Высшая школа экономики». — Москва : 2022. — 383 с. — (2 том доклада «Глобальный ландшафт исследований и перспективных разработок в области укрепления человека», науч. ред. П. С. Сорокин).
3. The Future of Jobs Report World Wconomic Forum - Режим доступа: <https://www.weforum.org/publications/the-future-of-jobs-report-2023/>.

[В начало](#)