

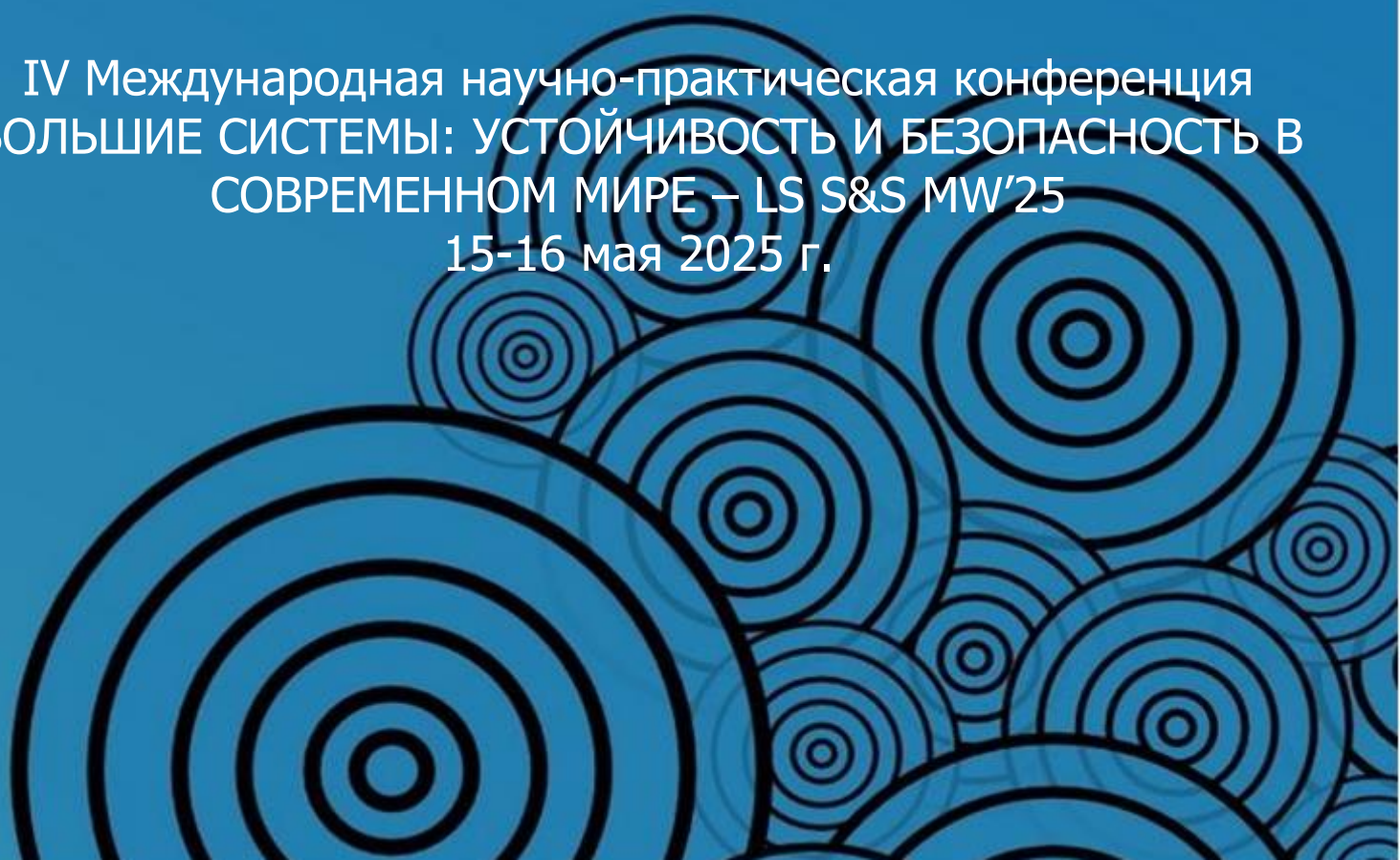
Набережночелнинский институт
Казанского Федерального Университета

Сетевое издание

Социально-экономические и технические системы: исследование, проектирование, оптимизация

№2(100)2025г.
СПЕЦВЫПУСК

IV Международная научно-практическая конференция
БОЛЬШИЕ СИСТЕМЫ: УСТОЙЧИВОСТЬ И БЕЗОПАСНОСТЬ В
СОВРЕМЕННОМ МИРЕ – LS S&S MW'25
15-16 мая 2025 г.



Сетевое издание "Социально-экономические и технические системы: исследование, проектирование, оптимизация" (Social-economic and technical systems: research, design and optimization); (СЭТС) основано в 2003 г. и является рецензируемым сетевым научным изданием.

Учредитель – ФГАОУ ВО «Казанский (Приволжский) федеральный университет».

Издатель – Набережночелнинский институт Казанского (Приволжского) федерального университета.

Сетевое издание зарегистрировано Федеральной службой по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций (Роскомнадзор).

Запись о регистрации Эл № ФС77-84008 от 11.10.2022.

ISSN: 1991-6302

Материалы сетевого издания размещаются на сайте Научной электронной библиотеки, включаются в национальную информационно-аналитическую систему РИНЦ (Российский индекс научного цитирования)

Адрес редакции: 423823, г. Набережные Челны, пр. Мира, д. 68/19

Контактный телефон: (8552) 39-71-40

Сайт сетевого издания: <https://kpfu.ru/chelny/science/sets>

E-mail: SETS_KFU@mail.ru

Главный редактор

Ганиев М.М., доктор технических наук, профессор

Заместитель главного редактора

Макарова И.В., доктор технических наук, профессор

Ответственный секретарь

Валиев А.М., кандидат технических наук, доцент

Редактор

Гарявина Е.Е.

Редколлегия:

Валиев Р.З., доктор физико-математических наук, профессор, Уфимский государственный авиационный технический университет (г. Уфа).

Ваславская И.Ю. доктор экономических наук, профессор, Набережночелнинский институт Казанского федерального университета (г.Набережные Челны).

Виноградов А.Ю., доктор технических наук, профессор, Тольяттинский государственный университет (г. Тольятти).

Габбасов Н.С., доктор физико-математических наук, профессор, Набережночелнинский институт Казанского федерального университета (г. Набережные Челны).

Гунаре М.Г., доктор политических наук, Балтийская международная академия (г. Рига, Латвия).

Дмитриев А.М., доктор технических наук, профессор, член-корреспондент РАН, Московский государственный технологический университет «Станкин», (г. Москва).

Зазнаев О.И., доктор юридических наук, профессор, член Российской академии политических наук, Американской ассоциации политической науки, Международной ассоциации политической науки, Казанский федеральный университет (г.Казань)

Ильин В.В. – доктор философских наук, профессор, Российский государственный аграрный университет – Московская сельскохозяйственная академия им. К.А. Тимирязева (г. Москва)

Исавнин А.Г. доктор технических наук, профессор, Набережночелнинский институт Казанского федерального университета (г. Набережные Челны).

Исрафилов И.Х. - доктор технических наук, профессор, Набережночелнинский институт Казанского федерального университета (г. Набережные Челны).

Киричек П.Н., доктор социологических наук, профессор, Международный государственный университет природы, общества и человека "Дубна" (г. Москва)

Комадорова И.В., доктор философских наук, профессор, Набережночелнинский институт Казанского федерального университета (г. Набережные Челны).

Кулаков А.Т., доктор технических наук, профессор, Набережночелнинский институт Казанского федерального университета (г. Набережные Челны).

Маврин Г.В., кандидат химических наук, доцент, Набережночелнинский институт Казанского федерального университета (г. Набережные Челны).

Макаров А.Н. доктор экономических наук, профессор, Набережночелнинский институт Казанского федерального университета (г. Набережные Челны).

Макарова И.В., доктор технических наук, профессор, Набережночелнинский институт Казанского федерального университета (г. Набережные Челны).

Мустафина Д.Н., доктор филологических наук, доцент, Набережночелнинский институт Казанского федерального университета (г. Набережные Челны).

Панкратов Д.Л., доктор технических наук, профессор, Набережночелнинский институт Казанского федерального университета (г. Набережные Челны).

Пуряев А.С., доктор экономических наук, профессор, Набережночелнинский институт Казанского федерального университета (г. Набережные Челны).

Рааб Г.И., доктор технических наук, профессор, Уфимский государственный авиационный технический университет (г. Уфа).

Сакаева Л.Р., доктор филологических наук, профессор, Казанский федеральный университет (г. Казань).

Сибгатуллин Э.С., доктор физико-математических наук, профессор, Набережночелнинский институт Казанского федерального университета (г. Набережные Челны).

Филькин Н.М., доктор технических наук, профессор, Ижевский государственный технический университет им. М.Т. Калашникова (г. Ижевск).

Шибakov В.Г., доктор технических наук, профессор, Набережночелнинский институт Казанского федерального университета (г. Набережные Челны).

ОГЛАВЛЕНИЕ

| | |
|--|----|
| <i>Адилов О.К., Насиров И.З., Абдукаримов Ш.У.</i> МЕТОДИКА РАСЧЕТА ОСНОВНЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ПАССАЖИРСКИХ ПЕРЕВОЗОК НА ТЕРРИТОРИИ САНАТОРИЯ "ЗААМИН" | 6 |
| <i>Дойков Н.С., Бойко А.Д.</i> ПРИМЕНЕНИЕ ТЕОРИИ ГРАФОВ ПРИ ПОСТРОЕНИИ МАРШРУТОВ ДОСТАВКИ КУРЬЕРСКОЙ СЛУЖБЫ «САМОКАТ» В НАБЕРЕЖНЫХ ЧЕЛНАХ. | 11 |
| <i>Лашуков А.А.</i> СИСТЕМА ПРОВЕРКИ КАЧЕСТВА ЗАПАСНЫХ ЧАСТЕЙ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ ПО ОБСЛУЖИВАНИЮ АВТОТРАНСПОРТА | 17 |
| <i>Маврин Г.В., Маврин В.Г.</i> ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ РИСКИ ПРИ ТРАНСПОРТИРОВКЕ ПРОМЫШЛЕННЫХ ОТХОДОВ | 21 |
| <i>Макарова И.В., Баринов А.С., Халяпин И.В.</i> СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ПРОЦЕССА РЕМОНТА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ТРАНСПОРТА МОРСКОГО ПОРТА..... | 28 |
| <i>Мухитов А.А., Фатихова Л.Э.</i> ЦИФРОВЫЕ РИСКИ АВТОПРОМА: УЯЗВИМОСТИ, УГРОЗЫ И МЕТОДЫ ЗАЩИТЫ | 33 |
| <i>Насиров И.З., Кузиболаева Д.Т.</i> УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ГУШИТЕЛЯ АВТОМОБИЛЯ "ОНИКС" | 40 |
| <i>Олейник Н.В.</i> ПРОБЛЕМЫ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ ПРЕДПРИЯТИЯМИ УГОЛЬНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ (В ЛУГАНСКОЙ НАРОДНОЙ РЕСПУБЛИКЕ) | 46 |
| <i>Рубцов В.М., Макарова И.В.</i> ПЕРСОНАЛИЗАЦИЯ ОБРАЗОВАНИЯ КАК ПОДХОД К ОБУЧЕНИЮ И СПОСОБЫ ЕЕ ПОВЫШЕНИЯ | 52 |
| <i>Салихова Е.Д.</i> ИССЛЕДОВАНИЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ СИСТЕМЫ TSR С ДОРОЖНЫМИ ЗНАКАМИ | 57 |

Салихова Е.Д.

СТАНДАРТИЗАЦИЯ ДОРОЖНЫХ ЗНАКОВ КАК КЛЮЧЕВОЙ ФАКТОР ДЛЯ РАБОТЫ СИСТЕМЫ TSR 66

Сафиуллин Р.Н., Пеплер А.Э., Кузнецов П.С.

СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ БЕЗОТКАЗНОСТИ ЭЛЕКТРОННЫХ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ КАРЬЕРНЫМИ АВТОСАМОСВАЛАМИ..... 71

Сафиуллин Р.Н., Сорванов А.В.

АНАЛИЗ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МЕТОДОВ НЕЧЁТКОЙ ЛОГИКИ В ОБЕСПЕЧЕНИИ БЕЗОПАСНОСТИ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ..... 78

Сафиуллин Р.Н., Сорокин К.В., Набиев А.Р.

МЕТОДЫ УДАЛЕННОЙ ОЦЕНКИ И ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ 83

Смирнова Н.Н., Маврин Г.В., Инюшева А.А.

ЭКОЛОГО-ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ РАЗРАБОТАННОЙ РЕЦЕПТУРЫ СМАЗОЧНО-ОХЛАЖДАЮЩЕЙ ЖИДКОСТИ 95

Холматов У.С.

ХАРАКТЕРИСТИКИ ОПТОЭЛЕКТРОННЫХ ДИСКРЕТНЫХ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ ПЕРЕМЕЩЕНИЙ С ПОЛЫМИ И ВОЛОКОННЫМИ СВЕТОВОДАМИ 101

Челтыбашев А.А., Баринов А.С.

СНИЖЕНИЕ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ТРАВМАТИЗМА ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ ГОРНОГО ТРАНСПОРТА..... 112

Шадрина А.Э., Мухаметдинов Э.М.

К ВОПРОСУ АНАЛИЗА ВИБРОАКУСТИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК КАБИНЫ ГРУЗОВОГО АВТОМОБИЛЯ..... 118

Ягудина Г.Р., Фатихова Л.Э.

КИБЕРБЕЗОПАСНОСТЬ В ЛОГИСТИКЕ: РИСКИ ВЗЛОМА АВТОНОМНЫХ СИСТЕМ И ЗАЩИТА ДАННЫХ 123

Ягудина Г.Р., Мухитов А.А., Мавляутдинова Г.Р.

ВЛИЯНИЕ РЕГУЛЯТОРНЫХ МЕР НА ДОРОЖНОЕ ДВИЖЕНИЕ 128

УДК 656.614.2

Адилов О.К., кандидат технических наук, профессор Джизакского политехнического института

Насиров И.З., кандидат технических наук, профессор Андижанского государственного технического института

Абдукаримов Ш.У., научный сотрудник Джизакского политехнического института.

МЕТОДИКА РАСЧЕТА ОСНОВНЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ПАССАЖИРСКИХ ПЕРЕВОЗОК НА ТЕРРИТОРИИ САНАТОРИЯ "ЗААМИН"

Аннотация. В этой статье приведены разработанные методические рекомендации и применение их на практике в целях усовершенствования эксплуатации автомобильного транспорта в пассажирских перевозках на территории санатория Заамина и обеспечения безопасности дорожного движения.

Ключевые слова: автомобиль, техническое обслуживание, качество, гарантия, показатель, количество.

В связи с развитием туризма в стране, реализацией экономических реформ в курортно-рекреационной сфере транспортная отрасль характеризуется возобновлением роста, значительным увеличением видов и объемов услуг, дальнейшим укреплением производственно-технической базы, дальнейшим расширением и ростом сети и структуры предприятий автосервиса, резким увеличением числа частных автопредприятий, работающих в форме субъектов малого и среднего предпринимательства, возникновением конкуренции в сфере пассажирских перевозок в курортно-рекреационной сфере.

Целесообразно системно организовать систему организации пассажирских перевозок на территориях оздоровительных центров. В районе Заминские курортные зоны имеется автомагистраль протяженностью 45 км, на которой транспортный поток увеличивается с каждым днем, особенно в летний сезон [1].

Например, протяженность автодороги от санатория «Замин» до поселка Дуаба– Мин Арча Дардар составляет 50,2 км, и она считается государственным природным заповедником. Средний поток транспорта по нему в летний сезон

составляет 800–1500 автомобилей в сутки. Это одна из самых загруженных курортных дорог. Для снижения интенсивности движения необходимо правильно переработать график движения по маршруту Дуаба- поселок Бин Арча Дардар. Это создаст ряд удобств для водителей транспортных средств, движущихся по этой дороге. Данная магистраль также проходит через рекреационные зоны, расположенные вдоль санатория, что требует организации быстрого сервисного обслуживания по территории курорта, это также создает возможность создания дополнительных рабочих мест [2].

На основании вышеизложенного нами будет рассмотрено следующее для перепланировки графика движения транспорта в районе санатория «Замин».

- Ежедневный объем пассажиропотока:
 $Q_{AB} = 2,89$ тыс. пассажиров;
 $Q_{BA} = 2\ 059$ тыс. пассажиров;
- Длина маршрута 13,2 км;
- Количество промежуточных остановок $P_{op} = 11$.
- Средняя техническая скорость автомобиля $V_t = 50$ км/ч.

Количество автомобилей и интервал между ними определяются интенсивностью движения в определенное время суток

Таблица 1

| Часы дня | X, % раздел | Пассажиропоток, чел | | Результаты расчета | | | |
|----------|----------------|---------------------|----------|--------------------|--------------------|----------|--------------------|
| | | Q_{AB} | Q_{BA} | Q_{AB} | | Q_{BA} | |
| | | | | A_m | $I_p, \text{ min}$ | A_m | $I_p, \text{ min}$ |
| 6-7 | 3 | 77 | 62 | 5 | 31,17 | 4 | 38,71 |
| 7-8 | 11 | 281 | 228 | 17 | 8,54 | 14 | 10,53 |
| 8-9 | 9 | 230 | 186 | 14 | 10,43 | 12 | 12,90 |
| 9-10 | 8 | 204 | 166 | 13 | 11,76 | 10 | 14,46 |
| 10-11 | 5 | 128 | 104 | 8 | 18,75 | 6 | 23,08 |
| 11-12 | 3 | 77 | 62 | 5 | 31,17 | 4 | 38,71 |
| 12-13 | 3 | 77 | 62 | 5 | 31,17 | 4 | 38,71 |
| 13-14 | 4 | 102 | 83 | 6 | 23,53 | 5 | 28,92 |
| 14-15 | 6 | 153 | 124 | 10 | 15,69 | 8 | 19,35 |
| 15-16 | 6 | 153 | 124 | 10 | 15,69 | 8 | 19,35 |
| 16-17 | 8 | 204 | 166 | 13 | 11,76 | 10 | 14,46 |

| Часы дня | X,% раздел | Пассажиропоток, чел | | Результаты расчета | | | |
|----------|---------------|---------------------|-------------|--------------------|--------------------|----------|--------------------|
| | | Q_{AB} | Q_{BA} | Q_{AB} | | Q_{BA} | |
| | | | | A_m | $I_p, \text{ min}$ | A_m | $I_p, \text{ min}$ |
| 17-18 | 10 | 255 | 207 | 16 | 9,41 | 13 | 11,59 |
| 18-19 | 9 | 230 | 186 | 14 | 10,43 | 12 | 12,90 |
| 19-20 | 8 | 204 | 166 | 13 | 11,76 | 10 | 14,46 |
| 20-21 | 3 | 77 | 62 | 5 | 31,17 | 4 | 38,71 |
| 21-22 | 2 | 51 | 41 | 3 | 47,06 | 3 | 58,54 |
| 22-23 | 1 | 26 | 21 | 2 | 92,31 | 1 | 114,29 |
| 23-24 | 1 | 26 | 21 | 2 | 92,31 | 1 | 114,29 |
| 06-24 | 100 | 2553 | 2070 | | | | |

Организация и управление перевозками пассажиров по маршруту санаторий «Замин» осуществляется с учетом показателей, влияющих на социально-экономическую эффективность и качество перевозок.

К основным показателям планировочной структуры организации перевозок в лечебно-профилактическом учреждении относятся:

- Коэффициент маршрутизации, характеризующий насыщенность маршрутов пассажирского транспорта в санатории.

$$K_{\text{м}} = \frac{\sum L_{\text{м}}}{\sum L_{\text{удс}}}$$

- Плотность транспортного потока в санатории

$$K_{\text{п}} = \frac{\sum L_{\text{м}}}{F}$$

где: $L_{\text{м}}$ - общая протяженность маршрутов, км; $L_{\text{ал}}$ - общая протяженность дорог с маршрутным сообщением, км; F - площадь санатория, км². При расчете маршрута пассажиропоток на каждой остановке определяется соотношением.

Определение объема пассажиропотока в санатории по маршруту автобуса туда и обратно по часам суток;

- Объем пассажиропотока курортного автобусного маршрута в прямом и обратном направлении определяется по часам суток по следующей формуле [3,4]:

- Для прямого направления:

$$AB, Q_{AB, 6-7} = X\% \cdot Q_{AB} / 100, \text{ человек}; \quad (1)$$

- Для обратного направления:

$$BA, Q_{6-7} = X\% \cdot Q_{BA} / 100, \text{ человек}; \quad (2)$$

- Расчет и построение графиков спроса по часам суток t_o . Время возвращения в путешествие будет определено позднее

$$\begin{aligned} t_o &= t_{dv} + (t_{op} + t_{ok}) = (2 \cdot l_m / V_t) + 2(t_{op} \cdot n_{op} + t_{ok}) / 60 = \\ &= (2 \cdot 14) / 20 + 2 \cdot (0,5 \cdot 28 + 5) / 60 = 2,03 \end{aligned} \quad (3)$$

- Необходимое количество микроавтобусов в час в сутки определяется по следующей формуле:

$$A_m = Q_{max} t_o / q_n = (600 \times 2,03) / 170 = 12 \text{ микроавтобуса} \quad (4)$$

Для перевозки пассажиров могут использоваться автобусы различных моделей и вместимости. Однако если номинальная вместимость не соответствует фактической плотности пассажиров на маршруте, эффективность их использования не одинакова. Использование микроавтобусов малой вместимости при большой пассажироместимости увеличивает количество необходимых транспортных средств, увеличивая нагрузку на дороги и потребность в водителях. Использование автобусов большой вместимости на маршрутах с небольшим пассажиропотоком приводит к значительным разрывам в движении автобусов и чрезмерному времени ожидания для пассажиров [5,6].

Развитие транспортной системы нашей страны, отраженное в последней редакции «Транспортной стратегии до 2030 года», предполагает решение следующих задач:

- распределение ответственности между областным департаментом транспортного управления и предприятиями по формированию системы взаимосвязанных мероприятий по развитию программ санатории и городского транспорта;
- развитие конкурентного рынка транспортных услуг;
- переход от стихийного функционирования рынка автотранспортных услуг к его регулированию в соответствии с социально-экономическими интересами, то есть обеспечение эффективности и качества транспортных услуг в сфере пассажирских перевозок;

- обновление и модернизация парка городского пассажирского транспорта в целях повышения эксплуатационных характеристик, уровня безопасности и условий перевозки пассажиров;
- разработка и реализация механизмов государственного регулирования перехода на экологически чистые виды топлива и снижения энергоемкости транспорта до уровня показателей передовых стран [7].

Однако в перспективе, маловероятно, что общий объем перевозок пассажиров легковым автотранспортом по территории санатория к 2030 году сократится, даже при росте уровня автомобилизации, практически исчерпавшей возможности городской улично-дорожной сети и парковочных мест, а с учетом количества автомобилей с двигателями внутреннего сгорания целесообразно заменить их другими видами транспортных средств или использовать подвесные пути в целях предотвращения негативного воздействия на редкие растения и деревья на территории санатория и на людей.

Список использованных источников

1. Статистические данные Р.Узбекистан Джизакского УВД за 2023 год.
2. О.К. Адилов. К. Х. Азизов, Ш. Магдиев П. «Современный автосервис» Джизак 2013г.-155 с.
3. Toshtemirovich, G. M., & Zakirovich, N. I. Sobirova Tursunoy Abdipatto kizi, Hakimov Mavlonbek Solijon ugli.(2023). Recovery Of Fines From Drivers Of Foreign Vehicles. Journal of Pharmaceutical Negative Results, 3589-3591.
4. Адилов О. Совершенствование служб безопасности движения на автотранспортных предприятиях. Ташкент. «Навруз». 2015- 1226
5. Насиров, И. З. (2023). Махмудов Озодбек Эркинбаевич. Влияние транспортного потока на атмосферный воздух города. Социально-экономические и технические системы: исследование, проектирование, оптимизация, 3, 95.
6. Адилов О.К., Уролбоев А.У. ОСЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ ОБСЛУЖИВАНИЮ АВТОТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ Вестник науки, 2021.

7. Increasing the engine powers by using brown's gas. Ilham Nasirov, Murodali Nurdinov, Khurshidbek Rakhmonov and Nilufar Isakulova//E3S Web Conf., 592 (2024) 07016. DOI: <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202459207016>
-

Adilov O.K., candidate of technical sciences, professor of the Jizzakh Polytechnic Institute,

Nasirov I.Z., candidate of technical sciences, professor of the Andijan State Technical Institute,

Abdulkarimov Sh.U., research fellow of the Jizzakh Polytechnic Institute.

METHODOLOGY FOR CALCULATING THE MAIN INDICATORS OF PASSENGER TRANSPORTATION ON THE TERRITORY OF THE "ZAAMIN" SANATORIUM

Abstract. This article presents the developed methodological recommendations and their practical application for improving the operation of passenger transportation on the territory of the Zomin Sanatorium and ensuring road safety.

Keywords: automobile, technical service, quality, guarantee, indicator, quantity.

УДК: 656.025

Дойков Н.С., студент, Набережночелнинский институт ФГАОУ ВО «Казанский (Приволжский) федеральный университет»

Бойко А.Д., старший преподаватель, Набережночелнинский институт ФГАОУ ВО «Казанский (Приволжский) федеральный университет»

ПРИМЕНЕНИЕ ТЕОРИИ ГРАФОВ ПРИ ПОСТРОЕНИИ МАРШРУТОВ ДОСТАВКИ КУРЬЕРСКОЙ СЛУЖБЫ «САМОКАТ» В НАБЕРЕЖНЫХ ЧЕЛНАХ.

Аннотация: В статье рассматривается применение теории графов для оптимизации маршрутов доставки курьерской службы «Самокат» в Набережных Челнах. Анализируются ключевые аспекты построения маршрутов с использованием графовых моделей, что позволяет существенно сократить время и затраты на доставку. Описывается метод, как алгоритм Дейкстры, который помогает находить наиболее эффективные пути. Также рассматривается пример реального сценария, где применение теории графов привело к улучшению логистики и повышению удовлетворенности клиентов.

Ключевые слова: теория графов, маршрутизация, оптимизация маршрутов, алгоритм Дейкстры, курьерская служба, эффективность доставки, графовые модели.

С развитием электронной коммерции и увеличением спроса на услуги быстрой доставки, курьерские службы, такие как «Самокат», сталкиваются с необходимостью оптимизации своих маршрутов. Одним из наиболее эффективных инструментов для решения этой задачи является теория графов. В данной статье мы рассмотрим, как применение теории графов помогает «Самокату» в Набережных Челнах улучшать качество обслуживания и сокращать время доставки.

Основы теории графов.

Теория графов – это раздел математики, изучающий графы, которые представляют собой набор вершин (узлов) и рёбер (связей) между ними. В контексте курьерских служб каждая вершина может представлять адрес доставки, а рёбра – маршруты между этими адресами. Используя графы, можно моделировать различные аспекты логистики и эффективно решать задачи маршрутизации.

Одним из усовершенствованных алгоритмов, построенных на основе теории графов, является алгоритм Дейкстры. Он позволяет находить кратчайший путь от одной вершины до всех остальных в графе с неотрицательными весами рёбер. «Самокат» может использовать его для определения наилучшего маршрута для курьера, учитывая текущее состояние дорожного движения и время доставки.

Моделирование маршрутов доставки.

В Набережных Челнах курьерская служба «Самокат» может использовать графы для моделирования сети улиц и дорожных развязок. Каждая точка на карте, в которую выполняется доставка, становится узлом графа, а дороги между ними – ребрами. Это позволяет визуализировать и анализировать маршруты доставки.

Учет реальных условий.

При построении маршрутов важно учитывать не только расстояние, но и реальные условия на дорогах: пробки, закрытые участки, погодные условия и так далее. Используя графы, «Самокат» может интегрировать данные о текущем состоянии дорожного движения в свою модель, что позволит динамически изменять маршруты в зависимости от ситуации.

Пример применения.

Предположим, курьер «Самоката» должен доставить заказы в несколько точек по всему городу.

1. Определение узлов и ребер:

- Узлы (адреса):
 - А (Склад)
 - В (Клиент 1)
 - С (Клиент 2)
 - D (Клиент 3)
 - E (Клиент 4)
- Ребра (дороги между узлами с весами):
 - $A \rightarrow B$ (5 минут)
 - $A \rightarrow C$ (10 минут)
 - $A \rightarrow D$ (15 минут)
 - $B \rightarrow C$ (2 минуты)
 - $B \rightarrow D$ (8 минут)
 - $C \rightarrow D$ (3 минуты)
 - $C \rightarrow E$ (7 минут)
 - $D \rightarrow E$ (4 минуты)

2. Представление графа:

- Узлы $\{A, B, C, D, E\}$
- Ребра:
 - $A - 5 \rightarrow B$
 - $A - 10 \rightarrow C$
 - $A - 10 \rightarrow C$

$B - 15 \rightarrow D$

$B - 2 \rightarrow C$

$C - 3 \rightarrow D$

$C - 7 \rightarrow E$

$D - 4 \rightarrow E$

3. Применение алгоритма Дейкстры:

- Начальная точка: А (Склад)
- Целевая точка: Е (Клиент 4)

4. Шаги алгоритма:

- 1) Устанавливаем начальную стоимость узла А равной 0 и для всех остальных узлов – бесконечность.
- 2) Создаем множество посещенных узлов.
- 3) На каждом шаге выбираем узел с наименьшей стоимостью из не посещенных узлов.
- 4) Обновляем стоимости соседних узлов.
- 5) Повторяем процесс, пока не достигнем целевого узла или не обработаем все узлы.

Примерный расчёт:

- Начинаем с А:
 - Стоимость до А = 0
 - Стоимость до В = 5
 - Стоимость до С = 10
 - Стоимость до D = 15
 - Стоимость до Е = ∞
- Посещаем В:
 - Обновляем стоимость до С: $\min(10, 5+2) = 7$
 - Обновляем стоимость до D: $\min(15, 5+8) = 13$
- Теперь:
 - Стоимость до А = 0
 - Стоимость до В = 5

- Стоимость до C = 7
- Стоимость до D = 13
- Стоимость до E = ∞
- Посещаем C:
 - Обновляем стоимость до D: $\min(13, 7+3) = 10$
 - Обновляем стоимость до E: $\min(\infty, 7+7) = 14$
- Теперь:
 - Стоимость до A = 0
 - Стоимость до B = 5
 - Стоимость до C = 7
 - Стоимость до D = 10
 - Стоимость до E = 14
- Посещаем D:
 - Обновляем стоимость до E: $\min(14, 10+4) = 14$
- Теперь:
 - Стоимость до A = 0
 - Стоимость до B = 5
 - Стоимость до C = 7
 - Стоимость до D = 10
 - Стоимость до E = 14
- Наконец, посещаем E.

5. Результат

Кратчайший путь от A до E имеет стоимость в 14 минут. Путь может быть следующим:

- $A \rightarrow B \rightarrow C \rightarrow D \rightarrow E$

Заключение.

Применение теории графов в курьерской службе «Самокат» в Набережных Челнах позволит повысить эффективность доставки. Оптимизация маршрутов не только сокращает время ожидания клиентов, но и снижает затраты на топливо и ресурсы. В условиях растущей конкуренции на рынке быстрой доставки

использование современных математических методов становится ключевым фактором успеха.

Таким образом, теория графов открывает новые горизонты для развития логистических решений и совершенствования обслуживания клиентов в сфере курьерских услуг.

Список использованных источников

1. Cormen, T.H., Leiserson, C.E., Rivest, R.L., Stein, C., (2009). **Introduction to Algorithms**. MIT Press.
2. Winston, W.L. (2004). *Operations Research: Applications and Algorithms**. Cengage Learning.
3. Taha, H.A. (2017). **Operations Research: An Introduction**. Pearson.
4. Dijkstra, E.W. (1959). "A note on two problems in connexion with graphs". **Numerische Mathematik**, 1(1), 269-271.
5. Баранов А.В., Сидоров И.И. (2020). «Оптимизация логистических процессов на основе теории графов». **Журнал логистики**, 12(4), 45-58.

Doikov N.S., student, Naberezhnye Chelny Institute of the Kazan (Volga Region) Federal University

A.D. Boyko, Senior Lecturer, Naberezhnye Chelny Institute, Kazan (Volga Region) Federal University

THE APPLICATION OF GRAPH THEORY IN THE CONSTRUCTION OF DELIVERY ROUTES FOR THE SCOOTER COURIER SERVICE IN NABEREZHNYE CHELNY

Abstract: The article discusses the application of graph theory to optimize the delivery routes of the Scooter courier service in Naberezhnye Chelny. The key aspects of building routes using graph models are analyzed, which significantly reduces the time and cost of delivery. The method is described as Dijkstra's algorithm, which helps to find the most effective ways. An example of a real-world scenario is also considered, where the application of graph theory has led to improved logistics and increased customer satisfaction.

Keywords: graph theory, routing, route optimization, Dijkstra algorithm, courier service, efficient.

УДК 629.113

Лашуков А.А., студент кафедры сервиса транспортных систем, Набережночелнинский институт ФГАОУ ВО «Казанский (Приволжский) федеральный университет»

СИСТЕМА ПРОВЕРКИ КАЧЕСТВА ЗАПАСНЫХ ЧАСТЕЙ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ ПО ОБСЛУЖИВАНИЮ АВТОТРАНСПОРТА

Аннотация. В публикации проанализированы вопросы формирования в автосервисах системы повышения качества обслуживания и ремонта автомобилей, а также роль качества комплектующих в данном процессе.

Ключевые слова: автомобиль, качество, запасная часть.

Введение

Качество запчастей играет ключевую роль в обеспечении высокого уровня обслуживания и ремонта транспортных средств. В последнее время система контроля качества запасных частей в стране претерпела значительные преобразования, что требует каждое предприятие внедрять проверку поставщиков перед их принятием. Согласно нормам предоставления технических услуг и ремонта автотранспорта, поставщик комплектующих и материалов несет ответственность за их состояние согласно положениям о качестве товаров у продавца, регулируемым российским гражданским законодательством.

Главная цель оптимизации материально-технического обеспечения на предприятиях ремонта автомобильного транспорта – снабжение необходимыми запчастями в нужные сроки, нужного качества, в нужном месте, с наименьшими трудовыми, временными и материальными затратами.

Система материально-технического обеспечения

Материально-техническое обеспечение предприятий включает элементы активов, предназначенные для выполнения работ и предоставления услуг с целью последующей реализации.

Роль материально-технического обеспечения состоит в непрерывном улучшении эффективности работы, выступающим ключевым элементом управленческой оптимизации. Это означает непрерывную работу над

формулированием наиболее выгодных стратегий, направленных на повышение производительности компании и увеличение её доходности.

Основными направлениями материально-технического обеспечения, на которых следует сконцентрировать управленческие усилия, являются [1]: нормирование и планирование закупок, складского хранения и распределения запасных частей; управление закупками запасных частей; хранение запасных частей; распределение, потребление запасных частей.

Цель нормирования и планирования закупок, хранения и распределения запасных частей – снижение затоваривания складов, отвлечения оборотного капитала в нерентабельные и неликвидные запасы, его направление на более эффективное использование в активах, приносящих большую прибыль[2]. С другой стороны, введение стандартов по приобретению и использованию ресурсов, комплектующих и других запасных частей призвано повысить эффективность мониторинга и ясность финансовых затрат, тем самым контролируя себестоимость продукции.

Техническая служба автосервиса отвечает за оперативное снабжение производства запчастями для текущего обслуживания и ремонта транспортных средств. Качество используемых деталей и материалов играет ключевую роль в данном контексте.

Специалисты по материальному обеспечению обязаны решать вопросы, связанные с претензиями клиентов о браке. Таким образом, обеспечение контроля над качеством запасных частей является ключевой задачей подразделения материально-технического обеспечения. Процесс выполняется через тщательную проработку тематики возвратов запасных частей. Для облегчения анализа подобных ситуаций предлагается программное обеспечение «Учет и контроль системы качества работ по ТО и ремонту автомобилей» [3]. Алгоритм представленной программы представлен на рис. 1:

При управлении складскими запасами применяется одна из двух систем: система с фиксированным размером заказа или система с фиксированным интервалом между заказами.

В ремонтных журналах регистрируются детали для авто с обозначением их поставок, что обеспечивает контроль качества от разных поставщиков.

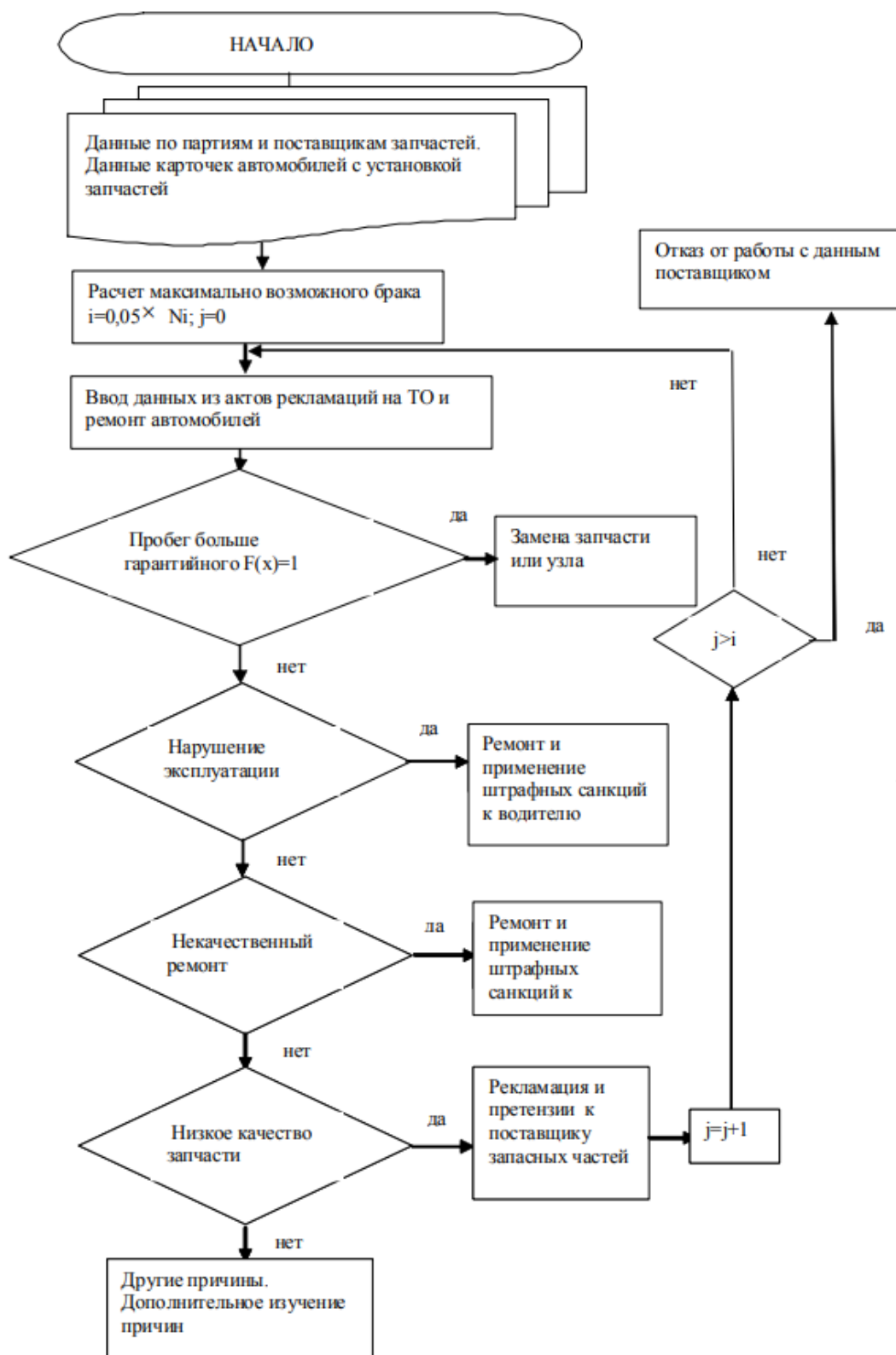


Рис.1. Алгоритм принятия решения о качестве запасных частей

Информация о каждом отказе из-за брака запчастей заносится в систему учета поставщиков. При наличии жалоб на качество деталей у более чем пяти процентов заказов, связанных с данной поставкой, руководитель технического обеспечения обязан оценить необходимость смены поставщика этой категории товаров.

Выводы

Таким образом, на основе постоянного регламентированного и структурированного по срокам и результату взаимодействия отдела МТО с поставщиками обеспечивается качественная поставка запчастей для предприятия по ремонту автомобильного транспорта, а, следовательно, и улучшение качества ремонта автомобильного транспорта на предприятии.

Список использованных источников

1. Иванов, В.В. Автомобильный менеджмент / В.В. Иванов, П.В. Богаченко - М. : ИНФРА-М, 2007. - 430 с.
2. Крамаренко, Г.В. Техническое обслуживание автомобилей: Учебник для автотранспортных техникумов / Г.В. Крамаренко, И.В. Барашков - М. : Транспорт, 1982. - 368 с.
3. Степанов, А.А. Автоматизация производства: учебник для вузов / А.А. Степанов - М. : КНОРУС, 2012. - 448 с.

Lashukov A.A., student, Naberezhnye Chelny Institute of the Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education "Kazan (Volga Region) Federal University"

QUALITY CONTROL SYSTEM OF SPARE PARTS AT VEHICLE MAINTENANCE ENTERPRISES

Abstract. The publication analyzes the issues of the formation of a system for improving the quality of car maintenance and repair in car service stations, as well as the role of the quality of components in this process.

Key words: automobile, quality, spare parts.

УДК 504.064:656.13:628.4

Маврин Г.В., зав.кафедрой химии и экологии, кандидат химических наук, Набережночелнинский институт ФГАОУ ВО «Казанский (Приволжский) федеральный университет».

Маврин В.Г., доцент, кандидат технических наук, Набережночелнинский институт ФГАОУ ВО «Казанский (Приволжский) федеральный университет».

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ РИСКИ ПРИ ТРАНСПОРТИРОВКЕ ПРОМЫШЛЕННЫХ ОТХОДОВ

Аннотация: Исследование посвящено экологическим рискам при транспортировке промышленных отходов в Восточной зоне Республики Татарстан. Рассматриваются основные виды рисков и методы их количественной оценки с учетом региональной специфики.

Ключевые слова: экологический риск, транспортировка, промышленные отходы, автотранспортные средства

Транспортировка промышленных отходов представляет собой одну из наиболее критических стадий в цикле обращения с отходами производства, на которую приходится до 25% всех экологических инцидентов в сфере обращения с отходами. Проблематика данной темы обусловлена множественными факторами риска, включая плохое техническое состояние транспортных средств (46% аварий), человеческий фактор (32% случаев) и несоблюдение регламентов перевозки (22% нарушений), которые в совокупности могут привести к катастрофическим экологическим последствиям.

Проблема заключается в том, что промышленные отходы часто содержат высокотоксичные вещества (например, диоксины с ПДК 0,000000001 мг/м³), тяжелые металлы (Pb, Hg, Cd), химические соединения (хлорорганические растворители, фенолы) и радиоактивные элементы (цезий-137, стронций-90).

Дополнительную сложность создает разнообразие типов промышленных отходов (более 20 основных категорий согласно ФККО), каждый из которых требует специфических условий транспортировки. Так,

например, отходы гальванического производства (класс опасности II) нельзя перевозить в одном контейнере с кислотными отходами нефтепереработки.

Проблема экологических рисков при транспортировке промышленных отходов приобретает всё большую значимость в контексте современного индустриального развития и ужесточения экологических стандартов. Ключевыми факторами, определяющими актуальность данной проблематики, являются: рост объёмов промышленных отходов в России и мире (промышленный сектор является крупнейшим источником отходов), критическое влияние транспортировки на безопасность окружающей среды (в Восточной зоне Республики Татарстан среднее расстояние транспортировки промышленных отходов составляет 167 км, что в 2,3 раза превышает среднероссийский показатель, а доля перевозок по дорогам низких категорий достигает 38%), несовершенство нормативно-правовой базы (по оценкам экспертов, только 65-70% перевозок опасных промышленных отходов в полной мере соответствуют всем нормативным требованиям), растущая обеспокоенность общественности (78% граждан России считают проблему обращения с отходами одной из наиболее актуальных экологических угроз).

Объектом исследования в работе является система транспортировки промышленных отходов I-V классов опасности на территории Российской Федерации, с особым фокусом на Восточную зону Республики Татарстан. Данная система включает в себя комплекс взаимосвязанных элементов: 15 крупных предприятий-производителей отходов нефтехимической и машиностроительной отраслей, 28 специализированных транспортных компаний, парк из 340 единиц специализированного транспорта, 47 основных маршрутов перевозки, а также 12 полигонов и 8 предприятий по переработке и обезвреживанию промышленных отходов.

Предметом исследования выступают экологические риски, возникающие в процессе транспортировки промышленных отходов автомобильным (73% от общего объема перевозок) транспортом (3%). Особое внимание уделяется анализу 27 ключевых факторов, способствующих

возникновению аварийных ситуаций, включая человеческий фактор (42% случаев), техническую неисправность транспортных средств (31%), нарушения требований к упаковке и маркировке (18%), а также природно-климатические условия (9%). Исследуются механизмы воздействия нефтепродуктов, тяжелых металлов, кислот и щелочей на атмосферный воздух, почву, поверхностные и подземные воды, с применением современных методик оценки потенциального экологического и экономического ущерба.

Восточная зона Республики Татарстан характеризуется специфическими географическими и климатическими особенностями, которые существенно влияют на характер и масштаб потенциальных экологических рисков. Непосредственная близость водных объектов, включая реку Каму и её притоки, значительно повышает уязвимость экосистем к возможным загрязнениям при аварийных ситуациях в процессе транспортировки отходов. Кроме того, пересеченный рельеф местности и сезонные климатические факторы (обильные осадки, весенние паводки, зимний гололед) создают дополнительные факторы риска при перевозке опасных грузов.

Сравнительный анализ экологических рисков при транспортировке промышленных и твердых бытовых отходов в Восточной зоне РТ обусловлен комплексом взаимосвязанных факторов. Данный регион отличается высокой концентрацией предприятий нефтехимического комплекса, что приводит к формированию значительных объемов отходов различных классов опасности. Одновременно с этим, высокая плотность населения и интенсивное развитие городских агломераций способствуют накоплению большого количества твердых бытовых отходов, требующих систематической транспортировки.

Отличие экологических рисков при транспортировке промышленных отходов автотранспортными средствами от транспортирования твердых бытовых отходов автотранспортными средствами приведено в таблице 1.

Таблица 1 Отличие транспортировки промышленных и твердых бытовых отходов

| Параметр сравнения | Промышленные отходы | Твердые бытовые отходы |
|--------------------------------|--|--|
| Класс опасности | I-V классы, включая особо опасные (I класс — цианиды, ртутьсодержащие отходы; II класс — кислоты с концентрацией более 15%) | Преимущественно IV-V классы (бумага, пластик, пищевые отходы). Реже — III класс (батарейки в составе ТБО) |
| Токсичность | Высокая концентрация токсичных веществ (до 98% в гальванических шламах, до 75% в нефтешламах) | Низкая токсичность (содержание токсичных веществ не более 0,1-0,5%), преимущественно органические компоненты |
| Требования к транспорту | Специализированные герметичные емкости (автоцистерны АЦК-10Х с кислотоустойчивым покрытием, контейнеровозы КГН-600 с двойным дном) | Стандартные мусоровозы с уплотнителями (КО-427, КО-440, коэффициент уплотнения 2,5-4) |
| Лицензирование | Обязательное для классов I-IV согласно ФЗ №89 "Об отходах производства и потребления", срок получения 45-60 дней | Не требуется для транспортировки ТБО IV-V классов (с 2016 г. после внесения изменений в ФЗ №89) |
| Маршруты перевозки | Специальные маршруты, избегающие населенные пункты (минимум 300 м от жилых зон), водоохранные зоны, утверждаемые местными органами власти | Стандартные городские маршруты, согласованные с муниципальными службами, допускается движение через жилые кварталы |
| Последствия аварий | Долгосрочное загрязнение, токсичное воздействие (период нейтрализации до 25-30 лет для ртутьсодержащих отходов, до 15 лет для нефтешламов) | Локальное загрязнение, эстетический ущерб, период нейтрализации 1-3 года для органических компонентов ТБО |
| Требования к водителям | Специальная подготовка по программе ДОПОГ (курс 28-56 часов), стаж не менее 3 лет, медосмотр каждые 6 месяцев, специальные ADR-права | Стандартные требования к водителям категории С, стаж от 1 года, медосмотр раз в год |
| Радиус воздействия при аварии | До 3-5 км при разливе агрессивных веществ (серная кислота), до 12 км при возгорании растворителей с учетом розы ветров | Обычно ограничен местом аварии (10-15 м), максимум до 100 м при возгорании большого объема ТБО |
| Документационное сопровождение | Паспорт опасных отходов, специальные сопроводительные документы (маршрутный лист, аварийная карточка, MSDS — Material Safety Data) | Стандартные транспортные накладные, путевые листы с отметками о маршруте следования |
| Требования к маркировке | Специальные знаки опасности по ГОСТ 19433-88, код ООН из 4 цифр, телефоны экстренных служб, информационные таблицы оранжевого цвета | Базовая маркировка перевозчика (логотип компании, регистрационные данные, экологический класс транспорта) |

Индикаторы возникающих рисков представляют собой измеримые параметры, которые сигнализируют о повышении вероятности экологических инцидентов при транспортировке промышленных отходов автотранспортом в Восточной зоне Республики Татарстан. Своевременное выявление этих индикаторов позволяет принять превентивные меры до возникновения аварийных ситуаций, снижая вероятность загрязнения особо охраняемых природных территорий региона.

Система индикаторов должна быть интегрирована в общую систему экологического мониторинга и управления рисками, обеспечивая непрерывное отслеживание потенциальных угроз при транспортировке отходов по основным транспортным артериям региона — федеральным трассам М-7 «Волга» и Р-239.

Таблица 2. Индикаторы экологических рисков транспортировки промышленных отходов

| Категория индикаторов | Описание | Примеры и пороговые значения |
|-----------------------|--|---|
| Технические | Связаны с состоянием транспортных средств и оборудования для перевозки опасных отходов I-IV классов | Износ контейнеров >35%, отклонения в показаниях датчиков герметичности >5% от нормы |
| Организационные | Относятся к процессам управления и компетенциям персонала, задействованного в транспортировке отходов нефтехимического комплекса | Более 2 нарушений регламентов в месяц, снижение результатов аттестации персонала ниже 85 баллов |
| Экологические | Отражают изменения в состоянии окружающей среды вдоль транспортных коридоров Восточной зоны РТ | Повышение концентрации вредных веществ >20% от ПДК, изменение pH грунтовых вод >0,5 единиц от базового уровня |
| Экономические | Финансовые показатели, сигнализирующие о возможных проблемах в системе транспортировки отходов | Рост затрат на ликвидацию последствий >15% за квартал, увеличение страховых премий >10% за год |

Критически важно установить пороговые значения для каждого индикатора с учетом специфики промышленных предприятий Восточной

зоны Республики Татарстан и разработать четкие процедуры реагирования при их достижении.

Ожидаемое снижение рисков по группам предлагаемых мероприятий составляет: технические мероприятия (43-60%), организационные (26-42%), экологический мониторинг (32-46%), локализация переработки отходов (60-70%), нормативно-правовое обеспечение (16-26%), образовательные программы (18-32%).

Список использованных источников

1. Наренчик П. П. Современные пути решения проблемы обращения с отходами производства и потребления // Региональная и отраслевая экономика. 2021. №3.
2. Экологическая безопасность при перевозке опасных отходов и грузов: учеб. пособие/ В. Г. Булаев, В. И. Меньших. – Екатеринбург: УрГУПС, 2017. – 235с.
3. Holeczek N./ Hazardous materials truck transportation problems: A classification and state of the art literature review// Transportation Research Part D: Transport and Environment. 2019. – V.69. – P.305-328. DOI: 10.1016/j.trd.2019.02.010.
4. Классы опасности отходов производства: перечень и процедура определения [Электронный ресурс] Режим доступа: <https://rcycle.net/othody/klassy-opasnosti-othody/promyshlennyh-perechen-i-protsedura-opredeleniya> (Дата обращения: 14.05.2025).
5. Urazbakhtin D.A. Occupational Risks in Waste Transport Logistics/ D.A. Urazbakhtin, S.G. Aksenov, K.M. Khakimov et al.// International Research Journal. – 2023. – №11(137). – URL: <https://research-journal.org/en/archive/11-137-2023-november/10.23670/IRJ.2023.137.12> (accessed: 21.05.2025). – DOI: <https://doi.org/10.23670/IRJ.2023.137.12>.
6. Лаврова К.А., Павлова Е.А./ Исследование особенностей обращения с отходами на территории России и за рубежом// Известия высших учебных заведений. Серия «Экономика, финансы и управление производством»

[Ивэкофин]. – 2023. – № 03(57). – С.98-104. DOI: 10.6060/ivecofin.2023573.658.

7. Территориальная схема обращения с отходами республики Татарстан. Подборка наиболее важных документов по запросу Территориальная схема обращения с отходами республики Татарстан. [Электронный ресурс] Режим доступа: https://www.consultant.ru/law/podborki/territorialnaya_shema_obrascheniya_s_othodami_respubliki_tatarstan/ (Дата обращения: 14.05.2025).

8. Об отходах производства и потребления (с изменениями на 4 августа 2023 года). [Электронный ресурс] Режим доступа: <https://agava24.com/upload/iblock/2b2/g66hpebas9z3f8j1vm9ffeu09j4t11cx.pdf> (Дата обращения: 14.05.2025).

9. Holeczek N. Hazardous materials truck transportation problems: A classification and state of the art literature review// Transportation Research Part D: Transport and Environment. 2019. – V.69. – P.305-328. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.trd.2019.02.010>.

10. Салихова Р.Р., Миннуллина А.С., Кошеварова Р.С./ Развитие экономики Татарстана: Региональные перспективы и возможности// Вестник науки №12 (69) том 3. С. 198 - 201. 2023 г. ISSN 2712-8849// Электронный ресурс: <https://www.вестник-науки.рф/article/11626> (дата обращения: 14.05.2025 г.).

Mavrin G.V., Candidate of Chemical Sciences, Associate Professor, Naberezhnye Chelny Institute (branch) Kazan (Volga Region) Federal University

Mavrin V.G., Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Naberezhnye Chelny Institute (branch) Kazan (Volga Region) Federal University

ENVIRONMENTAL RISKS IN THE TRANSPORTATION OF INDUSTRIAL WASTE

Abstract: The research focuses on environmental risks during the transportation of industrial waste in the Eastern zone of the Republic of Tatarstan. The study examines waste classification, main types of risks, and methods for their quantitative assessment, taking into account regional specifics.

Key words: environmental risk, transportation, industrial waste, vehicles.

УДК 656.13; 656.07

Макарова И.В., д.т.н., профессор, зав. кафедрой «Сервис Транспортных Систем», Набережночелнинский институт ФГАОУ ВО «Казанский (Приволжский) федеральный университет», email: kamIVM@mail.ru

Баринов А.С., старший преподаватель кафедры строительства, энергетики и транспорта, ФГАОУ ВО «Мурманский арктический университет», barinovas@mauniver.ru

Халяпин И.В., магистрант 2 курса, Набережночелнинский институт ФГАОУ ВО «Казанский (Приволжский) федеральный университет»

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ПРОЦЕССА РЕМОНТА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ТРАНСПОРТА МОРСКОГО ПОРТА

Аннотация: В статье рассмотрена проблема обеспечения прогнозирования отказов технологического транспорта портовых терминалов. Рассмотрен парк технологического транспорта портового терминала. Проведен анализ существующей системы организации технического обслуживания и ремонта техники. Рассмотрена статистика внезапных отказов технологического транспорта. Разработан алгоритм организации ремонта при отказах технологического оборудования портового терминала.

Ключевые слова: технологический транспорт, сервис технологического транспорта, портовый терминал.

Введение

Работа предприятий портов обеспечивает значительную долю грузооборота страны, поэтому их деятельность вошла в число национальных приоритетов.

Основным показателем деятельности портового терминала является грузооборот. На показатель грузооборота влияет множество различных факторов, но основным является работа технологического оборудования. В современных морских портах транспорт является основным технологическим оборудованием. Таким образом, эффективность работы технологического транспорта определяет показатели грузооборота терминала.

Состояние проблемы.

На транспортный парк портового терминала возлагается решение множества различных задач, таких как:

- перемещение персонала по территории терминала;
- подвоз и отвоз расходных материалов;
- участие в ремонтных работах;
- подвоз сменно-запасных частей;
- выполнение уборочно-моечных работ территории порта;
- осуществление операционной деятельности терминала.

Для повышения эффективности работы технологического транспорта портовых терминалов необходимо обеспечить систему сервиса, позволяющую наиболее точно спрогнозировать отказы техники при эксплуатации. При этом, сложность разработки такой системы заключается в том, что в каждой промышленной отрасли существуют факторы, которые непосредственно влияют на условия эксплуатации транспорта. Данные факторы в различной степени могут оказывать влияние на процессы изнашивания деталей в процессе эксплуатации технологического транспорта. Без учета особенностей технологического процесса, в котором задействована техника, условий эксплуатации, системы сервиса невозможно в удовлетворительном приближении спрогнозировать отказы. В результате чего, продолжительность простоев оборудования является высокой.

В настоящее время в портовых терминалах различают несколько подходов к организации проведения технического обслуживания и ремонта технологического оборудования:

- наем подрядных организаций для проведения технического обслуживания и ремонта;
- организация технической службы сервиса в составе портового терминала с распределением бригад по видам работ и виду технологического оборудования;
- смешанная система, когда при наличии собственной технической службы, нанимаются подрядные организации для обслуживания, специализированного или, например, гарантийного оборудования.

Технологический транспорт задействован в основном технологическом процессе портового терминала. В работе [2] рассмотрены вопросы важности обеспечения необходимого уровня технической готовности техники для выполнения запланированного объема работ предприятием.

Материалы и методы исследования.

В исследовании рассмотрен состав парка технологического транспорта портового терминала. Проведен анализ существующей системы организации технического обслуживания и ремонта специальной техники (технологического транспорта). Рассмотрена статистика внезапных отказов технологического транспорта.

Результаты и оценка эффективности.

В исследовании рассмотрен подвижной состав специальной техники портового терминала. Выделено пять основных видов технологического оборудования: перегружатели и манипуляторы; порталные краны; конвейерное оборудование; дробильно-сортировочные установки; ковшовые погрузчики.

При организации сервиса технологического транспорта применяется смешанный подход, при котором часть техники обслуживается собственными силами технической службы, а часть (техника, находящаяся на гарантии) обслуживается подрядными организациями.

При анализе статистики отказов определено, что при возникновении внезапного отказа технологического транспорта не выполняется учет достаточного объема информации, которая в последующем могла бы обеспечить возможность прогнозирования подобных отказов в период эксплуатации.

Для улучшения показателей технической готовности парка технологического транспорта портового терминала предлагается разработать собственную базу данных для сбора информации о состоянии и наработке техники, случаях возникновения, условиях и причинах отказов техники, создании истории закупок и эксплуатации запасных частей от различных поставщиков.

Также в результате исследования разработан алгоритм организации ремонта при отказах технологического оборудования портового терминала (рисунок 1).

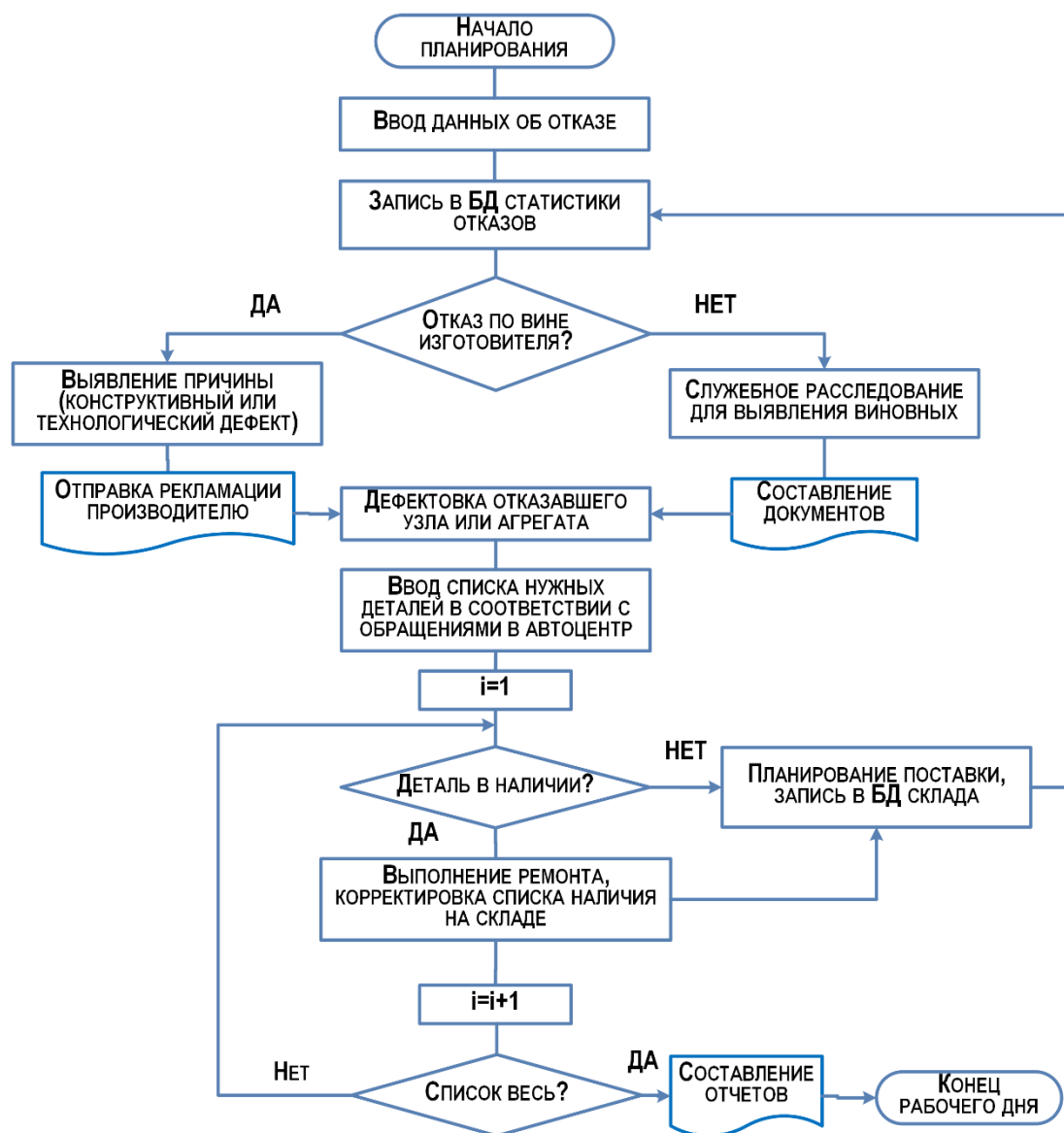


Рис. 1. Алгоритм организации ремонта при отказах технологического оборудования портового терминала

При использовании четкого алгоритма фиксации параметров отказа технологического транспорта, базу данных возможно в дальнейшем использовать как один из модулей информационной системы поддержки принятия решений.

Выводы.

Надежность работы транспорта портового терминала является гарантией эффективного выполнения технологического процесса. Для обеспечения необходимых показателей технической готовности парка необходима система поддержки принятия решений, обеспечивающая прогнозирование состояния парка в краткосрочной и долгосрочной перспективе. Для этого необходимо выполнять формирование парка исходя из задач и объемов работ, заданных технологическим процессом предприятия.

Разработка и использование собственной базы данных о составе, состоянии и комплектации подвижного состава портового терминала позволит улучшить показатели надежности выполнения технологического процесса, в котором задействована техника.

Список использованных источников

1. Макарова, И. В. Особенности организации сервиса технологического транспорта морских портов / И. В. Макарова, А. С. Баринов, И. В. Халяпин // Социально-экономические и технические системы: исследование, проектирование, оптимизация. – 2024. – № 3(98). – С. 74-84. – EDN LORWMR.
2. Макарова, И. В. Совершенствование управления автономным технологическим транспортом с помощью информационной системы / И. В. Макарова, А. С. Баринов, И. В. Халяпин // Цифровые системы и модели: теория и практика проектирования, разработки и использования: Материалы международной научно-практической конференции, Казань, 10–11 апреля 2025 года. – Казань: Казанский государственный энергетический университет, 2025. – С. 390-394. – EDN AGEIGJ.

Makarova I.V., Doctor of Technical Sciences, Professor, Head. Head of Transportation Systems Service Department, Naberezhnye Chelny Institute, Kazan Federal University, email: kamIVM@mail.ru

Barinov A.S., Senior Lecturer, Department of Construction, Energy and Transport, Murmansk Arctic University, barinovas@mauniver.ru

Khalyapin I.V., 2nd year master's student, Naberezhnye Chelny Institute, Kazan Federal University

IMPROVING THE PROCESS OF REPAIR OF TECHNOLOGICAL TRANSPORT OF THE SEAPORT

Abstract: The article considers the problem of ensuring failure prediction of technological transport of port terminals. The fleet of technological transport of the port terminal is considered. The analysis of the existing system of organizing technical maintenance and repair of equipment is carried out. The statistics of sudden failures of technological transport is considered. An algorithm for organizing repairs in case of failures of technological equipment of the port terminal is developed.

Keywords: technological transport, technological transport service, port terminal.

УДК 004.056

Мухитов А.А., студент, Набережночелнинский институт ФГАОУ ВО «Казанский (Приволжский) федеральный университет»

Фатихова Л.Э., кандидат экономических наук, доцент, Набережночелнинский институт ФГАОУ ВО «Казанский (Приволжский) федеральный университет»

ЦИФРОВЫЕ РИСКИ АВТОПРОМА: УЯЗВИМОСТИ, УГРОЗЫ И МЕТОДЫ ЗАЩИТЫ

Аннотация: Цифровая трансформация автомобильной промышленности, характеризующаяся интеграцией взаимосвязанных цифровых систем в производственный процесс, привела к экспоненциальному росту уязвимостей в области кибербезопасности. В данной статье анализируется специфика киберугроз, нацеленных на автомобилестроительные заводы, и предлагается систематизированный обзор стратегий защиты, ориентированных на обеспечение целостности производственных процессов, сохранности интеллектуальной собственности и безопасности конечного продукта.

Ключевые слова: кибербезопасность, автомобилестроение, уязвимости, угрозы, стратегии защиты, искусственный интеллект, блокчейн.

Введение

Автомобильная промышленность, находящаяся на переднем крае технологического прогресса, все больше опирается на интегрированные

цифровые системы для повышения эффективности, оптимизации производственных процессов и внедрения инноваций. Концепция индустрии 4.0, характеризующаяся широким применением роботизации, автоматизации, интернета вещей (IoT) и аналитики больших данных, привела к радикальным изменениям в производственной среде автомобилестроительных заводов. Однако, эта трансформация неразрывно связана с существенным увеличением поверхности атаки и потенциальных векторов проникновения злоумышленников в критически важные системы. Недостаточная защита цифровой инфраструктуры может привести к катастрофическим последствиям, включая остановку производства, кражу интеллектуальной собственности, нарушение логистических цепочек, компрометацию данных и даже небезопасную эксплуатацию выпускаемых автомобилей. Целью данной статьи является систематический анализ существующих и потенциальных киберугроз, нацеленных на автомобилестроительные заводы, и разработка комплексного подхода к обеспечению кибербезопасности производственных мощностей.

Киберугрозы и методы борьбы с ними

Исследователи Upstream проанализировали критические риски и уязвимости в сфере автомобильной и интеллектуальной мобильности:

- 60% всех инцидентов в 2024 году имели значительные или масштабные последствия;
- 92% инцидентов были выполнены удалённо, из которых 84% были на большом расстоянии [1].

Автомобилестроительные заводы представляют собой сложные и многоуровневые системы, включающие в себя широкий спектр цифровых компонентов, таких как системы автоматизированного проектирования, системы управления производством, системы управления запасами, роботизированные сборочные линии и подключенное оборудование. Каждая из этих систем может являться потенциальной целью для кибератак.

| Тип угрозы | Описание | Последствия |
|-----------------------------------|--|--|
| Программы-вымогатели (Ransomware) | Шифрование критически важных данных с последующим требованием выкупа. | Остановка производства, потеря данных, финансовые потери, нарушение конфиденциальности. |
| Целенаправленные атаки (APT) | Сложные многоступенчатые атаки, направленные на долгосрочное присутствие в сети и кражу данных. | Кража интеллектуальной собственности, нарушение конкурентного преимущества, компрометация критически важных систем, нанесение репутационного ущерба. |
| Фишинговые атаки | Использование социальной инженерии для получения доступа к системам через обман сотрудников. | Компрометация учетных данных, заражение вредоносным ПО, несанкционированный доступ к системам. |
| Эксплуатация уязвимостей ПО | Использование известных или новых уязвимостей в программном обеспечении и оборудовании для проникновения в сеть. | Несанкционированный доступ, заражение вредоносным ПО, отказ в обслуживании, компрометация данных. |
| Инсайдерские угрозы | Действия сотрудников, как намеренные, так и по неосторожности, приводящие к нарушению безопасности. | Утечка данных, саботаж, нарушение целостности систем, финансовые потери. |
| Атаки на цепочку поставок | Использование уязвимостей в системах поставщиков для получения доступа к сети автопроизводителя. | Компрометация данных, нарушение производственных процессов, распространение вредоносного ПО, нарушение конфиденциальности. |
| DDoS-атаки | Перегрузка сети трафиком, приводящая к отказу в обслуживании критически важных систем. | Остановка производства, нарушение логистических цепочек, невозможность доступа к критически важным ресурсам. |

Рис. 1. Классификация киберугроз для автомобилестроительных заводов

Успешная кибератака может вызвать серьёзные последствия для автопроизводителей и потребителей. Задержки из-за взлома поставщиков компонентов могут сорвать выпуск новых моделей и привести к финансовым потерям.

Экономические последствия включают затраты на реагирование, привлечение экспертов, восстановление систем и устранение уязвимостей. Компании сталкиваются с юридическими издержками, судебными разбирательствами и штрафами. Потеря репутации снижает доверие к бренду, что ведёт к падению продаж и рыночной стоимости. Инвестиции в кибербезопасность увеличивают расходы. Утечка конфиденциальных данных даёт конкурентам преимущество. Повторяющиеся атаки подрывают конкурентоспособность и долю рынка.

В 2023 году европейские автокомпании столкнулись с атаками: голландская Kendrion сообщила о взломе и возможной утечке данных, а немецкая SAF-HOLLAND SE потеряла около 40 млн евро из-за остановки производства. Такие инциденты серьёзно угрожают производству и финансам [3].

Исходя из этого, риски могут делиться на 2 типа:



Рис. 2. Типы рисков

Эффективная защита автозаводов от киберугроз требует комплексного подхода, включающего технические и организационные меры.

Ключевыми техническими элементами являются многоуровневая система безопасности с брандмауэрами, IDS/IPS, антивирусами и сегментация сети с помощью VLAN и межсетевых экранов для ограничения распространения атак. Важно контролировать доступ к критически важным системам, предоставляя минимально необходимые права, регулярно обновлять ПО и применять патчи. Шифрование данных защищает от несанкционированного доступа, а системы обнаружения аномалий на базе машинного обучения выявляют подозрительную активность. Контроль целостности файлов (FIM) помогает обнаружить несанкционированные изменения [4].

Организационные меры включают регулярные оценки рисков и разработку плана их снижения, создание политики кибербезопасности, обучение сотрудников распознаванию угроз и правильному использованию систем. Важно разрабатывать и тестировать планы реагирования на инциденты, проводить аудиты безопасности и сотрудничать с поставщиками и партнерами для обмена информацией об угрозах и соблюдения стандартов [5].

| Категория мер | Описание |
|----------------------|--|
| Технические меры | Использование брандмауэров, систем обнаружения вторжений, антивирусов, шифрования данных, контроля доступа, обновления программ и т.д. |
| Организационные меры | Разработка политики безопасности, обучение персонала, оценка рисков, планирование реагирования на инциденты, аудит безопасности и т.д. |

Рис. 3. Меры защиты от киберугроз для автомобильных заводов

Растущая сложность автомобильных систем и увеличение количества подключенных автомобилей привели к необходимости разработки четких нормативных рамок и стандартов кибербезопасности. В частности, стандарт ISO/SAE 21434 играет ключевую роль, определяя требования к процессам и мероприятиям по обеспечению кибербезопасности на протяжении всего жизненного цикла автомобиля, от проектирования до вывода из эксплуатации. Этот стандарт охватывает широкий спектр аспектов, включая управление рисками, проектирование безопасной архитектуры, тестирование на проникновение и реагирование на инциденты [6].

В дополнение к традиционным мерам защиты, внедрение перспективных технологий может значительно повысить уровень киберустойчивости автомобилестроительных заводов:

1. ИИ может использоваться для автоматического обнаружения и предотвращения кибератак, анализа больших объемов данных о безопасности, выявления аномалий и прогнозирования будущих угроз. Обнаружение вредоносного ПО, анализ сетевого трафика и анализ поведения пользователей на основе машинного обучения способствуют выявлению и предотвращению различных киберугроз.

2. Блокчейн может использоваться для обеспечения безопасного и прозрачного обмена данными между участниками цепочки поставок, защиты интеллектуальной собственности и отслеживания происхождения компонентов. Защита цепочки поставок с использованием блокчейна, защита интеллектуальной собственности с использованием блокчейна и безопасный

обмен данными с использованием блокчейна повышают прозрачность и безопасность в автомобилестроительной отрасли.

Кибербезопасность является критически важным аспектом для современных автомобилестроительных заводов в эпоху Индустрии 4.0. Сложность и взаимосвязанность цифровых систем, используемых в производственном процессе, создают широкий спектр уязвимостей и потенциальных векторов атаки. Успешное противодействие киберугрозам требует комплексного и многоуровневого подхода, охватывающего как технические, так и организационные меры защиты. Внедрение перспективных технологий, таких как искусственный интеллект, блокчейн, позволит значительно повысить уровень киберустойчивости производственных мощностей и обеспечить безопасность автомобильной промышленности в будущем. Дальнейшие исследования в области кибербезопасности автомобилестроения должны быть направлены на разработку новых методов обнаружения и предотвращения атак, адаптацию существующих технологий к специфике производственных систем и разработку стандартов кибербезопасности, учитывающих особенности автомобильной промышленности.

Список использованных источников

1. Upstream's 2025 Global Automotive and Smart Mobility Cybersecurity Report / [Электронный ресурс] // Upstream: [сайт]. — URL: <https://upstream.auto/reports/global-automotive-cybersecurity-report/> (дата обращения: 27.04.2025).
2. Upstream's 2025 Global Automotive and Smart Mobility Cybersecurity Report / [Электронный ресурс] // Upstream: [сайт]. — URL: <https://upstream.auto/reports/global-automotive-cybersecurity-report/> (дата обращения: 27.04.2025).
3. Кибербезопасность в автомобильной промышленности: как обеспечить соответствие положениям ЕЭК ООН / [Электронный ресурс] // Kaspersky: [сайт].

— URL: <https://ics-cert.kaspersky.ru/publications/reports/2024/02/07/cybersecurity-in-the-automotive-industry-ensuring-compliance-with-unece-regulations/> (дата обращения: 27.04.2025).

4. Как обеспечить техническую защиту информации на предприятии / [Электронный ресурс] // Spectrum Data: [сайт]. — URL: <https://spectrumdata.ru/blog/proverka-soiskatelya/kak-obespechit-tekhnicheskuyu-zashchitu-informatsii-na-predpriyatii/> (дата обращения: 27.04.2025).

5. Организационные меры по защите информации: состав и содержание документов и мероприятий / [Электронный ресурс] // TRINOSOFT.COM: [сайт]. — URL: <https://trinosoft.com/index.php?page=/is/informaziya-organisazionnie-mery-zashiti> (дата обращения: 27.04.2025).

6. Существующее международное регулирование в сфере автомобильной кибербезопасности / [Электронный ресурс] // ТБТ: [сайт]. — URL: <https://autovisor-vss.ru/regulations/> (дата обращения: 27.04.2025).

Mukhitov A.A., student, Naberezhnye Chelny Institute of the Kazan (Volga Region) Federal University

Fatikhova L.E., Candidate of Economics, Associate Professor, Naberezhnye Chelny Institute of the Kazan (Volga Region) Federal University

CYBERSECURITY IN THE AUTOMOTIVE INDUSTRY: VULNERABILITIES, THREATS, AND STRATEGIES

Abstract: The digital transformation of the automotive industry, characterized by the integration of interconnected digital systems into the production process, has led to an exponential increase in cybersecurity vulnerabilities. This article analyzes the specifics of cyber threats aimed at automotive plants and provides a systematic overview of protection strategies aimed at ensuring the integrity of production processes, the preservation of intellectual property and the safety of the final product.

Keywords: cybersecurity, automotive industry, vulnerabilities, threats, protection strategies, artificial intelligence, blockchain.

УДК 331.45

*Насиров И.З., кандидат технических наук, профессор Андижанского
государственного технического института,*

*Кузиболаева Д.Т., базовый докторант Андижанского государственного
технического института.*

УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ГУШИТЕЛЯ АВТОМОБИЛЯ "ОНИКС"

Аннотация. В настоящее время в автомобильных двигателях в среднем 15-20% топлива выбрасывается в атмосферу без полного сгорания. Для сжигания этих несгораемых топлив в глушителе и снижения токсичных веществ усовершенствован глушитель автомобиля "Оникс," производимый на АО "UzAvtomotors." В результате количество несгоревшего топлива снизилось до 3,16%.

Ключевые слова: Двигатель, топливо, выхлопной газ, токсичный газ, глушитель, несгоревшее топливо, оксид углерода, углекислый газ, оксид азота, свеча зажигания.

В настоящее время в мире возникает множество экологических проблем, таких как рост населения, возникновение различных экологических проблем, загрязнение окружающей среды. Поэтому наш президент Шавкат Мирзиёев на заседании Олий Мажлиса 20 ноября 2024 года предложил объявить 2025 год в нашей стране "Годом охраны окружающей среды и зеленой экономики." Кроме того, Указ Президента Республики Узбекистан от 21 апреля 2017 года № УП-5024 "О совершенствовании системы государственного управления в сфере экологии и охраны окружающей среды" [1], Указ Президента Республики Узбекистан от 3 октября 2018 года № ПП-3956 "О дополнительных мерах по совершенствованию системы государственного управления в сфере экологии и охраны окружающей среды", а также другие нормативно-правовые документы, касающиеся данной деятельности, в определенной степени служат реализации задач, определенных нашим лидером.

Президент подчеркнул, что переход к "зеленой" экономике и достижение углеродной нейтральности являются приоритетными стратегическими задачами Нового Узбекистана [2,3]. В Андижанской области также проводится ряд работ

в этом направлении. В частности, проводятся научно-исследовательские работы по снижению токсичности выхлопных газов, выбрасываемых из выхлопных систем автомобилей за счет установки свечей зажигания в глушители автомобилей, производимых в нашей области.

В настоящее время наибольшей проблемой в двигателях является снижение полноты сгорания топлива и токсичности выхлопных газов. В наиболее оптимально настроенных карбюраторных двигателях 20-30%, инжекторных двигателях 5-10%, газовых бензиновых двигателях 10-15%, дизельных двигателях 15-20% топлива выбрасывается в атмосферу через глушитель без сгорания [4-6]. Для улавливания частиц этого топлива в составе выхлопных газов в выхлопной системе установлены каталитический нейтрализатор и от 1 до 3 глушителей, но количество токсичных веществ в проходящих через них газах превышает допустимые нормы.

Глушитель - это устройство, используемое для уменьшения воздушного шума от газов, выбрасываемых в атмосферу, или различных устройств. В системах вентиляции глушители используются для уменьшения шума, передаваемого по каналам от вентиляционного оборудования.

Когда-то автомобили вообще производились без глушителей. Из коротких выхлопных труб появлялись облака дыма, которые издавали ужасающий шум, совершенно не соответствующий малым показателям двигателей того времени. Однако недовольство окружающих пешеходов (в то время их было больше, чем автомобилей), а также испуг лошадей (которые в то время были основной тяговой силой в транспорте) привели к необходимости шумоподавляющих устройств. Первый глушитель был установлен на автомобиле "Панар-Левассор" в 1894 году [7].

С момента установки первого глушителя на автомобиль и до настоящего времени все выпускаемые глушители используют тот же принцип работы и конструкции, что и в 1894 году. Эволюция конструкции глушителя продолжается в основном на пути совершенствования состава и технологии

производства материалов, используемых при его изготовлении (для корпуса, резонатора, проводника и других деталей).

Однако в настоящее время выпускаемые глушители не могут удерживать несгоревшие углеводороды, оксид углерода, двуокись углерода, оксиды азота и серы и выводят их наружу.

В качестве примера сжигания этих несгораемых углеводородов в глушителях и обезвреживания токсичных веществ усовершенствован глушитель автомобиля "Оникс," производимый на АО "УзАвтомоторс," то есть в начальную приемную трубу глушителя установлена свеча зажигания (рис. 1).

Для проверки и сравнения глушителей новой конструкции в основном были выбраны свечи, устанавливаемые на автомобили, производимые АО "UzAvtomotors." В лабораторных испытаниях эффективность глушителей сравнивалась по следующим показателям: мощность двигателя, обороты коленчатого вала, часовой расход топлива (табл. 1) [8].



Рис. 1. Лабораторная установка: 1- генератор с двигателем Gasoline 1200; 2- рама; 3-глушитель автомобиля "Оникс"; 4- свечи зажигания; 5-искрообразователь.



Рис. 2. Газоанализатор Portable multi-gas Detector KR-836

Из таблицы 1 видно, что при лабораторных испытаниях в 3-м варианте с 2 свечами зажигания на обычном глушителе эффективный расход топлива двигателя составил 107 г/кВт·ч, что на 6,54% меньше, чем в 1-м варианте, т.е. при работе двигателя на обычном глушителе (контрольном) на 114 г/кВт·ч. По содержанию оксида углерода CO в отработавших газах в 3-м варианте составила 2,87%, что в 44,6 % меньше чем на контрольном варианте.

Негоревшие углеводороды по содержанию СН составили 3,16% в 3-м варианте с установкой 2 свечей зажигания в обычном глушителе, что на 66,46% меньше по сравнению обычным глушителем (контроль) [9].

Таблица 1. Результаты лабораторных испытаний

| № | Наименование показателей | Единица измерения | Обычный глушитель (контроль) | Обычный глушитель, оснащенный 1 свечой зажигания | Обычный глушитель, оснащенный 2 свечами зажигания |
|----|-----------------------------------|-------------------|------------------------------|--|---|
| 1. | Мощность двигателя | кВт | 2,7 | 2,8 | 2,8 |
| 2. | Частота вращения коленчатого вала | об/мин | 3500 | 3500 | 3500 |
| 3. | Расход топлива | г/кВт соат | 114 | 110 | 107 |
| 4. | Оксид углерода СО | % | 4,15 | 3,26 | 2,87 |
| 5. | Несгоревшие углеводороды СН | % | 5,26 | 3,58 | 3,16 |

По результатам лабораторных испытаний был выбран 3-й вариант с двумя свечами зажигания, установленными на обычном глушителе, который имеет самые высокие показатели, и его небольшая партия была рекомендована для более широких испытаний.

Список использованных источников

1. Насиров И. З., Юсупбеков Х. А. Результаты испытаний различных свеч зажигания для ДВС современных автомобилей // «Интернаука» Научный журнал № 39(168), Октябрь 2020 г. с. 28-31.
2. Насиров И. З., Бозаров О. О., Алматаев Н. Т., Нуманов М. З. Усовершенствованные свечи зажигания для двигателя внутреннего сгорания// Молодой ученый ISSN 2072-0297 № 17/2019, Казань: «Молодой ученый», с.38-40.
3. Новые свечи зажигания для ДВС//“Замонавий имл-фаннинг инновацион ривожланиши” мавзусида республика миқёсидаги илмий-амалий анжуман мақолалар тўплами. Андижон: АндМИ- 2019, 542-545 б.
4. Насиров Илхам Закирович, & Кузиболаева Дилноза Тухтасиновна. (2022). Результаты испытаний электролизеров. *Journal of New Century Innovations*, 17(1), 119–120. Retrieved from <http://www.newjournal.org/index.php/new/article/view/876>
5. Закирович, Н. И., Жалолиддин ўғли, А. С., & Тухтасиновна, К. Д. . (2023). “Экологические преимущества использования отходов.” *Новости образования: исследование в XXI веке*, 1(7), 345–351. извлечено от <https://nauchniyimpuls.ru/index.php/noiv/article/view/5247>

6. Nasirov Ilham Zakirovich- candidate of technical sciences, associate professor; Kuzibolaeva Dilnoza Tukhtasinovna- doctoral student. Abbasov Saidolimkhon Zhaloliddin ugli- doctoral student; Andijan Machine-Building Institute, Uzbekistan “Analysis of Automobile Mufflers”//“Texas Journal of Engineering and Technology” ISSN NO: 2770-4491 <https://zienjournals.com> Date of Publication:07-01-2023.
7. Ilkham Z. Nasirov, Dilnoza T. Kozibolaeva, Saidolimkhon Z. Abbasov Andijan Machine-Building Institute, Andijan, Uzbekistan *E-mail: nosirov-ilhom59@mail.ru “New Approaches To Cleaning Exhaust Gases Of Internal Combustion Engines”.” Texas Journal of Engineering and Technology” ISSN NO: 2770-4491 <https://zienjournals.com> Date of Publication:08-06-2023 Peer Reviewed International Journal [46] Volume 21.
8. Nasirov Ilkham Zakirovich- Ph.D., Gaffarov Mukhammadzokir Toshtemirovich, Doctoral Student. (2023). Consequences of Complete And Undercombustion Of Fuel. *Journal of Pharmaceutical Negative Results*, 3597–3603. <https://doi.org/10.47750/pnr.2023.14.03.448>.
9. Носиров И.З., Умаров А.А. «Озонная смесь для двигателя внутреннего сгорания». Вестник АСТА Туринского политехнического университета в городе Ташкенте. № 4. с 55-59.

Nasirov I.Z., Candidate of Technical Sciences, Professor of Andijan State Technical Institute

Kuzibolaeva D.T., Base Doctoral Student, Andijan State Technical Institute.

IMPROVEMENT OF THE "ONIX" CAR SOUTHER

Abstract. Currently, in automobile engines, an average of 15-20% of fuel is released into the atmosphere without complete combustion. To burn these non-combustible fuels in the muffler and reduce toxic substances, the "Onix" car muffler manufactured by "UzAvtomotors" JSC has been improved. As a result, the amount of unburned fuel decreased to 3.16%.

Keywords: Engine, fuel, exhaust gas, toxic gas, muffler, unburnt fuel, carbon monoxide, carbon dioxide, nitrogen oxide, spark plug.

УДК 504.05

Олейник Н.В., кандидат технических работ, ФГБОУ ВО «Луганский
государственный университет имени В. Даля»

ПРОБЛЕМЫ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ ПРЕДПРИЯТИЯМИ УГОЛЬНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ (В ЛУГАНСКОЙ НАРОДНОЙ РЕСПУБЛИКЕ)

Аннотация: Шахтная добыча угля в Донбассе сопровождается значительным нарушением природного ландшафта и формированием техногенных высокоминерализованных вод, накоплением на земной поверхности отвальной породы, которая подвержена водной и ветровой эрозии. В статье представлены результаты изучения накопления тяжелых металлов в почвах и сельскохозяйственных культурах агрофитоценозов в зоне влияния породного отвала. Высокие коэффициенты накопления тяжелых металлов в растениях подтверждают переход подвижных соединений тяжелых металлов в системе «почва-растение», представляющих экологическую опасность для населения.

Ключевые слова: антропогенное воздействие, тяжелые металлы, экологическая ситуация, яровой ячмень, озимая рожь, технические культуры.

Увеличение антропогенного воздействия на экологическое состояние Земли обусловлено прогрессирующей урбанизацией территорий и нерациональным использованием природных ресурсов. Глобальное техногенное вмешательство человека в окружающую среду ведет к возрастанию количества катастроф природного и техногенного характера во всем мире, увеличиваются масштабы последствий чрезвычайных ситуаций.

Шахтная добыча угля в Донбассе сопровождается значительным накоплением пустой отвальной породы, которая вместе с углем выносится на дневную поверхность, и складывается в виде отвалов различной формы, которые не только занимают значительные площади плодородных земель, но и негативно воздействуют на экологическое состояние атмосферы и агрофитоценозов прилегающих территорий, так как подвержены водной и ветровой эрозии, а многие из них горят [1]. Известно, что отвальные породы угольных шахт Донбасса насыщены различными сульфидами (пирит, марказит, пирротин, халькопирит), которые являются основными факторами физико-химических процессов в

породных отвалах угольных шахт. Они в присутствии влаги и кислорода окисляются с образованием сернистой и серной кислот, при этом изменяется реакция среды до кислой и сильнокислой и разрушаются минералы. В результате этого образуются токсичные газообразные вещества и выщелачиваются соединения тяжелых и редких металлов, которые входят в состав минералов в виде подвижных более опасных соединений и вызывают загрязнение окружающей среды. Исходя из этого, возникает необходимость выделения из отвальных пород пирита и сульфидов тяжелых и редких металлов с последующим их применением, что позволит уменьшить экологическую опасность отходов угледобычи, складированных в отвалах, и замедлить процесс окисления породы.

Автором работы [2] установлено, что эрозионные процессы на породных отвалах уже сразу после их отсыпки характеризуются катастрофическим смывом породы – не менее 154 т/га за год, вследствие чего с каждого гектара поверхности отвалов ежегодно выносятся до 800 кг различных химических элементов, в том числе 723 кг металлов. Концентрации таких элементов, как медь, марганец, никель, цинк, содержащиеся в породе, существенно превышают предельно допустимую концентрацию, что позволяет оценить уровень экологического состояния как „неудовлетворительный”. Исходя из этого, целью исследований является изучение степени экологической безопасности ведения сельскохозяйственного производства в условиях влияния отходов угледобывающих предприятий.

Многолетняя интенсивная добыча угля на территории Донбасса и закрытие в короткие сроки десятков глубоких нерентабельных шахт ведет к значительным воздействиям на подземные воды, а именно, изменению гидродинамического и гидрохимического режимов грунтовых вод. Заполнение нерентабельных шахт способствует поступлению техногенных шахтных вод в водоносные горизонты и формированию ореолов распространения сильнозагрязненных подземных вод, которые не пригодны для хозяйственно-питьевого водоснабжения местного населения [3].

Для достижения поставленной цели решены следующие задачи: - оценить степень перехода тяжелых металлов из отвальной породы в почвы и

сельскохозяйственные культуры в зоне влияния породных отвалов; - показать целесообразность введения в севообороты высоко барьерных растений и технических культур в зоне влияния породных отвалов.

Исследования проведены в агроландшафтах муниципального Краснодонского округа Луганской Народной Республики, где сельскохозяйственные поля расположены рядом с породным отвалом шахты «Суходольская-Восточная». Объектами исследований выбраны сельскохозяйственные поля (образцы почвы отобраны с глубины слоя 0-15 и 15-30 см), где выращиваются яровой ячмень с подсевом люцерны (поле № 1), и озимая рожь с подсевом эспарцета (поле № 2). Содержание тяжелых металлов (Cd, Pb, Ni, Cr) и микроэлементов (Zn, Cu, Co, Mn) определено методом атомно-абсорбционной спектrophотометрии на С-115.

Согласно результатам сравнения содержания химических элементов в почвах агроландшафтов (поле №1 и №2) с их фоновым содержанием подтверждают превышение последнего по кадмию в 1,5 раза, по цинку – 1,1, по меди – 1,1 раза (только в образцах почвы поля № 2), по свинцу – 1,3-1,9 раза, по кобальту – 1,8-2,3 раза. Содержание валовых форм тяжёлых металлов и микроэлементов в образцах почв поля № 1 и № 2 не превышает предельно допустимой концентрации (ПДК) и характеризует благополучную экологическую ситуацию в агроландшафтах.

Результаты сравнения содержания подвижных соединений тяжёлых металлов с ПДК в почвах показали, что только концентрация свинца в почвах поля № 2 достигает значения ПДК, а по содержанию остальных химических элементов – содержание значительно ниже ПДК, что и определяет удовлетворительную и благоприятную экологическую ситуацию в агроландшафтах.

По результатам сравнения содержания тяжелых металлов и микроэлементов в растениях и зерне с предельно допустимыми концентрациями наблюдается превышение ПДК в зерне ярового ячменя и озимой ржи по кадмию 3,3-3,7 раза, по свинцу в 1,5-2,2, по хрому в 1,2-1,4 раза. Токсичные уровни содержания тяжёлых металлов в разных видах сельскохозяйственных культур существенно различаются, поэтому возникает необходимость определения токсичного уровня содержания

тяжёлых металлов в почве и растениях на конкретном поле с учетом наиболее чувствительной культуры, обладающей низкой адаптационной способностью в условиях техногенного загрязнения.

По результатам сравнения содержания тяжелых металлов и микроэлементов в растениях люцерны с максимально допустимым уровнем химических элементов (МДУ) наблюдается превышение по кадмию в 1,6 раза, по свинцу – 6,1, по никелю – 1,3, по кобальту – 3,1, по хрому – 2 раза, в растении эспарцета – по кобальту в 1,2 раза, по хрому – 1,1 раза. Показатели превышения содержания тяжёлых металлов в растительной продукции согласно нормативам оценки экологического состояния земель определяют для полей с яровым ячменем и подсевом люцерны, а также озимой рожью – катастрофическую, для поля с эспарцетом – кризисную экологическую ситуацию.

Рассчитанные показатели степени накопления химических элементов в зерновой и кормовой продукции представлены в таблице ниже. Низкие коэффициенты биологического поглощения характеризуют низкий захват валовых форм соединений тяжелых металлов растениями (зерном) сельскохозяйственных культур и высокие коэффициенты накопления подвижных соединений цинка и меди во всех исследуемых образцах.

Таблица 1. Коэффициенты биологического поглощения (КБП) и накопления (Кн) тяжёлых металлов в растениях (зерне) в зоне влияния породного отвала

| Место отбора проб | Коэффициент биологического накопления, ед. | | | | | | | |
|-------------------|--|-------|-------|-------|------|------|------|------|
| | Cd | Pb | Cu | Zn | Ni | Co | Cr | Mn |
| Яровой ячмень | 0,24 | 0,04 | 0,30 | 0,48 | 0,01 | 0,03 | 0,01 | 0,03 |
| Озимая рожь | 0,14 | 0,04 | 0,20 | 0,41 | 0,01 | 0,02 | 0,01 | 0,02 |
| Эспарцет | 0,21 | 0,17 | 0,13 | 0,2 | 0,04 | 0,07 | 0,03 | 0,12 |
| Люцерна | 1,07 | 2,47 | 0,6 | 1,14 | 0,17 | 0,21 | 0,06 | 0,09 |
| | Коэффициент накопления, ед. | | | | | | | |
| Яровой ячмень | 0,92 | 0,28 | 55 | 47,32 | 0,33 | 0,91 | 2,4 | 0,35 |
| Озимая рожь | 1,0 | 0,32 | 35,83 | 36,56 | 0,32 | 0,46 | 2,0 | 0,50 |
| Эспарцет | 1,5 | 1,56 | 23,33 | 16,77 | 1,16 | 1,72 | 3,86 | 2,80 |
| Люцерна | 4,0 | 19,62 | 108,1 | 111,4 | 4,64 | 5,55 | 10 | 1,33 |

Результаты оценки уровня накопления тяжелых металлов в почвах и сельскохозяйственных культурах агроландшафтов в условиях техногенного загрязнения имеют практическую значимость, поскольку позволяют спланировать оптимальное размещение сельскохозяйственных культур в севооборотах на основе наиболее толерантных к загрязнению культур.

В условиях техногенного загрязнения почв агроландшафтов целесообразно введение в севообороты высоко барьерных растений и технических культур, а именно рапса, а урожай использовать для получения топлива растительного происхождения для дизельных двигателей.

С целью сохранения плодородия почвы и возможности получения максимального количества масла авторами [4] разработан топливный севооборот для нашего региона, насыщенный масличными культурами, согласно которого сначала сеют рапс, затем подсолнечник, сою.

Главными возобновляемыми источниками топлива для дизельных двигателей являются рапс, лен, сурепица, горчица, подсолнечник. При использовании в качестве биодизельного топлива оно позволяет частично заменить запасы природной нефти, снизить выбросы CO_2 на окружающую среду, так при производстве и применении 1 л дизельного топлива выделяется около 3 кг CO_2 , а биодизельного – 0,5 кг [5].

Список использованных источников

1. Олейник Н.В. Современные методы уменьшения вредного воздействия породных отвалов угольных шахт на окружающую природную среду / Н.В. Олейник // Аграрная наука в обеспечении продовольственной безопасности и развитии сельских территорий. Сборник материалов III Международной научно-практической конференции. – Луганск, 2022. – С. 100-102.
2. Воробьев, С. Г. Защита территорий, прилегающих к породным отвалам, от поступления загрязняющих веществ на примере Луганской области: автореф. канд. техн. наук: спец. 21.06.01 / С. Г. Воробьев. - Государственная экологическая академия последипломного образования и управления, Киев. - 2011. – 22 с.

3. Закруткин В.Е. Угледобывающие районы как очаг экологической напряженности / В.Е. Закруткин, Е.В. Гибков, Г.Ю. Складенко, О.С. Решетняк // Известия высших учебных заведений. Северо-Кавказский регион. Естественные науки. – 2018. – № 2. – с. 75-83.
4. Решетняк, Н.В. Разработка в Украине севооборотов, насыщенных масличными культурами, с целью получения топлив и смазочных масел для двигателей внутреннего сгорания [Текст] / Н.В. Решетняк, А.Е. Петренко, В.Н. Токаренко, Ю.А. Корчанова, И.П. Васильев // Вісник аграрної науки Причорномор'я. Проблеми степового землеробства і рослинництва та її вирішення в реформованих с. г. підприємствах. – Миколаїв. – 2003. – т. 1. – №3(23). – С. 163-168.
5. Виноградов, Д.В. Возможность использования масличных культур в качестве сырья для производства экологически чистого топлива / Виноградов Д.В., Бышов Н.В., Лупова Е.И. – Текст: непосредственный // Вестник Бохтарского государственного университета имени Носира Хусрава. – 2016. – № 2-4 (42). – С. 87-91.

Oleynik N.V., candidate of technical Sciences, FSBEI HE "Lugansk Vladimir Dahl State University"

PROBLEMS OF ENVIRONMENTAL POLLUTION BY ENTERPRISES OF THE COAL INDUSTRY (IN THE LUGANSK PEOPLE'S REPUBLIC)

Abstract: Coal mining in Donbass is accompanied by significant disruption of the natural landscape and the formation of man-made highly mineralized waters, accumulation of landfill rock on the earth's surface, which is subject to water and wind erosion. The article presents the results of studying the accumulation of heavy metals in soils and agricultural crops of agrophytocenoses in the zone of influence of the rock dump. High coefficients of accumulation of heavy metals in plants confirm the transition of mobile heavy metal compounds in the soil-plant system, which pose an environmental hazard to the population.

Keywords: anthropogenic impact, heavy metals, environmental situation, spring barley, winter rye, industrial crops.

УДК 378.147

Рубцов В.М., магистр 2 курса, Набережночелнинский институт ФГАОУ ВПО «Казанский (Приволжский) федеральный университет»;

Макарова И.В., д.т.н, профессор, зав. каф. СТС, Набережночелнинский институт ФГАОУ ВПО «Казанский (Приволжский) федеральный университет».

ПЕРСОНАЛИЗАЦИЯ ОБРАЗОВАНИЯ КАК ПОДХОД К ОБУЧЕНИЮ И СПОСОБЫ ЕЕ ПОВЫШЕНИЯ

Аннотация: в статье рассматривается состояние системы образования в России в настоящее время. Особое внимание уделено персонализации образования: её истории, текущему состоянию и возможным векторам развития. Описан существующий опыт учебных заведений в повышение персонализированной составляющей образования.

Ключевые слова: система образования, персонализированное обучение, адаптивное обучение, дифференцированное обучение

Введение

В современном мире определяется крайне высокая зависимость между уровнем общего развития студента и его академической успеваемостью [1]. Однако лишь немного более половины студентов повышают уровень своего интеллектуального развития от первого курса к последнему, и такое изменение, как правило, наблюдается у более слабых студентов, а сильные часто выходят из вуза с тем же, с чем и пришли [2]. Этот факт отражает преимущественную ориентацию всей системы образования на «среднего» студента.

Одним из важнейших факторов успешного обучения в вузе является структура и уровень учебной мотивации. Некоторые авторы делят мотивацию учебной деятельности непосредственно на недостаточную и позитивную, относя к последней познавательные, профессиональные и даже моральные мотивы. В такой интерпретации связь положительной мотивации с успешностью обучения получается линейной и практически однозначной [3].

Среди мотивов учебной деятельности студентов целесообразно выделить направленность на получение знаний, получение специальности (профессии),

получение диплома и т.д. Существует прямая зависимость между направленностью на обучение и получение знаний и успешностью обучения [4]. Студенты, ставящие своей целью получение знаний, отличаются регулярностью посещений занятий, развитым целеполаганием и целеустремлённостью, сильной волей и др. В свою очередь, студенты, направленные на получение профессии могут проявлять избирательность в учёбе, разделяя преподаваемые дисциплины по уровню «необходимости» к изучению, что имеет прямое влияние на их успеваемость в ВУЗе. [2]

Персонализированное обучение – это такой подход к обучению, в котором скорость, методики и содержание обучения изменяются согласно уникальным потребностям каждого отдельного обучаемого.

Основные принципы персонализированного обучения

К основным принципам персонализированного подхода к обучению можно отнести:

1. Нахождение индивидуального подхода к каждому учащемуся;
2. Предоставление выбора сложности и содержания учебного процесса;
3. Предоставление студентам необходимых ресурсов для самостоятельного формирования образовательных целей;
4. Использование современных педагогических и моделей и др.

Формы персонализации обучения. В современных университетах существуют следующие виды персонализированного образования [5]:

1. Адаптивное обучение;
2. Дифференцированное обучение;
3. Увеличение самостоятельности ученика;
4. Самообучение и др.

Технология адаптивного обучения направлена на то, чтобы имитировать и поддерживать (а не заменять) таланты педагогов, чтобы обеспечить наилучший возможный опыт обучения для каждого отдельного ученика. Она помогает масштабировать преимущества адаптивного обучения для десятков, сотен или тысяч учеников одновременно [6].

Механизмы того, как технология адаптируется к ученикам, имеют несколько вариаций:

1. Проектируемая адаптивность

Метод адаптивности, при котором педагог проектирует экспертную последовательность обучения, чтобы направлять своих учеников к освоению информации. Они управляют тем, как уроки адаптируют обратную связь и последовательности материала на уроке. Адаптация может происходить на основе различных факторов, называемых факторами адаптивности. Это дает педагогу больше свободы действий и контроля над тем, что испытывает ученик.

2. Алгоритмическая адаптивность

Метод адаптивности, при котором несколько алгоритмов могут выбрать «нужный элемент в нужное время» для учащихся по мере их обучения [7].

Факторы адаптивности.

Информация/профиль учащегося, поведение и контрольные показатели производительности, которые можно использовать для адаптации опыта обучения, например: производительность, поведение, информация.

Методы повышения адаптивности в зависимости от успеваемости учащегося:

1. Обратная связь в реальном времени: ученику предлагается соответствующая помощь тогда, когда она больше всего нужна, например, подсказки, основанные на показанных заблуждениях (как будто учащиеся получают руководство от наставника, который смотрит им через плечо).

2. Дифференцированные пути: последовательность подачи материала для каждого студента отличается, например, предоставление дополнительной помощи учащемуся в понимании определенной концепции перед освоением следующей темы, возможность самостоятельно решать, что будут изучать дальше «продвинутые» учащиеся.

Дифференцированное обучение подразумевает разделение не только по содержанию, но и по организации обучения. В таком случае выделяется работа

в различных её формах и представлениях (фронтальная, групповая, индивидуальная), скорости прохождения материала и т. д.

Дифференцированное обучение – это обучение, которому присущи такие характеристики как учёт особенностей учащихся (в том числе индивидуальные особенности личности, а также объективные характеристики - возраст и т.д.)

Среди главных целей дифференцированного обучения можно выделить учёт способностей каждого учащегося в обучении и гибкое изменение обучения в зависимости от особенностей каждой группы студентов. В ходе дифференцированного обучения преподаватель классифицирует и выделяет наиболее общие черты, которые наиболее характерны для данной группы.

Одним из наиболее часто применяемых методов внутриаудиторной дифференциации является выполнение отличающихся в своём уровне сложности задач. Задания также классифицируются по степени самостоятельности, творческой составляющей задачи, объёму необходимого материала.

Таким образом, персонализация образования является не только важнейшим вектором развития современной системы образования, но и неизбежным этапом на пути её развития. Развитие методов и практик обучения, развитие информационных технологий, системы мотивации студентов – всё это позволяет сделать вывод о том, что роль учителя продолжает непрерывно развиваться: от транслятора знаний к наставнику и фасилитатору, тренеру. Данный этап развития образования позволит в ещё большей степени ориентироваться на индивидуальные особенности и потребности каждого студента, что в долгосрочной перспективе приведёт к повышению мотивации студентов, а, следовательно, к повышению квалификаций и компетенций будущих специалистов.

Список использованных источников

1. Смирнов, С. Д. Педагогика и психология высшего образования: От деятельности к личности Текст. : учеб. пособие для студ. высш. учебн. заведений / С. Д. Смирнов. 3-е изд., стер. — М. : Издательский центр «Академия», 2007. — 400 с

2. Смирнов, С. Д. Секреты хорошей и плохой учебы студентов Текст. / С. Д. Смирнов // Психология в вузе, 2003, №4. С.3-22.
3. Гонеев, А. Д. Основы коррекционной педагогики: учебное пособие для студентов высших педагогических учебных заведений / А. Д. Гонеев, Н. И. Лифинцева, Н. В. Ялпаева; под ред. В. А. Сластенина. - М.: Изд. центр «Академия», 2009
4. Селевко, Г. К. Современные образовательные технологии / Г. К. Селевко. М.: Народное образование, 2008.
5. Персонализация обучения: что это такое, формы, технологии [Электронный ресурс] URL: zaochnik.ru/blog/personalizatsija-obuchenija-chto-eto-takoe-formy-tehnologii (Дата обращения: 25.04.2025)
6. Адаптивное обучение – словарь-справочник по корпоративному обучению [Электронный ресурс] URL: sberuniversity.ru/edutech-club/lab/glossary/390 (Дата обращения: 25.04.2025)
7. What is adaptive learning [Электронный ресурс] URL: smartsparrow.com/what-is-adaptive-learning (Дата обращения: 25.04.2025)

Rubtsov V.M., 2nd year master's student, Naberezhnye Chelny Institute of the Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Professional Education «Kazan (Volga Region) Federal University»

Makarova I.V., Doctor of Technical Sciences, Professor, Head of the Department of «Transport Systems Service», Naberezhnye Chelny Institute of the Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Professional Education «Kazan (Volga Region) Federal University»

PERSONALIZATION OF EDUCATION AS AN APPROACH TO LEARNING AND WAYS TO IMPROVE IT

Abstract: The article examines the current state of the education system in Russia. Particular attention is paid to the personalization of education: its history, current state and possible development vectors. The existing experience of educational institutions in increasing the personalized component of education is described.

Keywords: education system, personalized learning, adaptive learning, differentiated learning

УДК 004.58

Салихова Е.Д., студент 1 курса магистратуры гр. 8241352,
Набережночелнинский институт ФГАОУ ВО «Казанский (Приволжский)
федеральный университет».

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ СИСТЕМЫ TSR С ДОРОЖНЫМИ ЗНАКАМИ

Аннотация: В данной статье описываются проблемы, возникающие при распознавании дорожных знаков (TSR). TSR участвует в системе обработки изображений и компьютерного зрения. Изображение реальной дорожной сцены захватывается камерой, расположенной в транспортном средстве, и обрабатывается для обнаружения и распознавания дорожных знаков. В дальнейшем TSR может использоваться для любых целей, особенно для повышения безопасности на дорогах, или компаниями, которые предоставляют карты с данными об ограничениях скорости. Также TSR может использоваться уполномоченными лицами для учета состояния дорожных знаков на дорогах.

Ключевые слова: TSR, распознавание дорожных знаков, дорожный знак, обнаружение.

Введение

Наличие дорожных знаков играет ключевую роль в обеспечении безопасности и эффективности работы беспилотных транспортных средств. Они предоставляют важную информацию о правилах дорожного движения, таких как ограничения скорости, приоритеты на перекрестках, предупреждения о возможных опасностях и др. Беспилотные автомобили используют камеры и сенсоры для распознавания этих знаков, что позволяет им адаптировать свою скорость и поведение в соответствии с установленными правилами. Кроме того, четкие и хорошо видимые знаки помогают уменьшить неопределенность в сложных дорожных ситуациях, что особенно важно для взаимодействия с другими участниками движения. Наличие дорожных знаков способствует повышению уровня доверия к беспилотным технологиям и их интеграции в существующую транспортную инфраструктуру.

В статье будет рассмотрена роль дорожных знаков для движения транспортного средства. Будут определены основные показатели корректной работы системы определения дорожных знаков TSR. Эти данные позволят определить основные проблемы в использовании TSR для беспилотных транспортных средств.






































Роль дорожных знаков в организации движения

Дорожные знаки очень важны для водителя. Они регулируют движение транспорта, предоставляют право проезда, информируют водителя о направлениях и расстояниях, а также указывают путь к месту назначения или предупреждают его об опасных местах.

С увеличением числа водителей возникает необходимость повысить безопасность дорожного движения. С этой целью были созданы усовершенствованные системы помощи водителю (ADAS). Одной из систем также является система распознавания дорожных знаков (TSR), которая может распознавать дорожные знаки, важные для водителя. В настоящее время лишь несколько автопроизводителей внедрили коммерческие системы TSR в свои автомобили. Зачастую они могут распознавать только два класса дорожных знаков – знак ограничения максимальной скорости и знак "Обгон запрещен".

Система TSR может легко предупредить водителя в определенных ситуациях, например, при превышении скорости или при пересечении полосы движения в месте, где автомобиль не должен пересекать непрерывную центральную линию. Другие дорожные знаки пока не распознаются из-за того, что другие классы дорожных знаков различаются в разных странах. Они особенно различаются по цвету, форме и пиктограммам. Некоторые примеры приведены в таблице 1.

Таблица 1. Сравнение дорожных знаков в разных странах

| | Россия | Израиль | Греция | Великобритания | Швеция | Ирландия |
|--|---|---|---|---|---|---|
| Движение без остановки запрещено |  |  |  |  |  |  |
| Прочие опасности |  |  |  |  |  |  |
| Опасный поворот |  |  |  |  |  |  |
| Обгон запрещён |  |  |  |  |  |  |
| Разворот запрещён |  |  |  |  |  |  |
| Конец зоны всех ограничений (запретов) |  | |  |  |  | |
| Пешеходная дорожка |  | |  | |  | |

Хотя дорожные знаки были разработаны для быстрого и простого понимания человеком, их не так легко распознать с помощью машинного зрения. При использовании TSR появляется масса причин, связанных не столько с возможностью камер и технологии распознавания, сколько с внешним видом и состоянием самих дорожных знаков.

Ключевые проблемы распознавания дорожных знаков

- Загораживание – любые объекты, которые загораживают лицевую сторону дорожных знаков, например, деревья, транспортные средства, пешеходы, столбы и т.д. могут помешать процессу идентификации знака или замедлить обработку сигнала. Существует специфическое загораживание, вызванное тенями. При плохом освещении или упавшей тени дорожный знак может быть «прочтён» системой в ином значении, например, тень от линии электропередачи на знаке приоритетной дороги может быть видна как конец

приоритетной дороги. Для таких случаев рекомендуется как минимум освободить дорожный знак от возможных внешних вмешательств (убрать листву от дерева, определить место, где дорожный знак будет чётко виден и освещён и т.п.).

- Блёклый цвет – дорожные знаки каждодневно подвергаются ультрафиолетовому излучению солнца и погодным условиям (снег, дождь, заморозки и т.п.). При использовании некачественных материалов и красок имеет место быть преждевременное выцветание дорожного знака. Такое возможно, если дорожный знак был не санкционированно изготовлен и установлен. Общие технические требования к изготовлению дорожных знаков регламентируются ГОСТ Р 52290-2004.

- Повреждения – дорожные знаки могут быть повреждены не только из-за яркого солнечного света, но и в результате вандализма, аварийных ситуаций, погодных условий (сильный ветер, гроза, дождь) или длительного использования (временные знаки, используемые при ремонте дороги и прочих ситуаций). Из-за данных факторов дорожные знаки могут иметь нечитаемый вид, загрязнения информативной части, наклон, ржавчину и т.д., что затрудняет системам корректно анализировать значение дорожного знака.

- Сложность сцены – по ходу движения автомобиля может появиться несколько знаков на одном участке дороги. Например, использование временных знаков при ремонтных работах – часто используется большое количество знаков для предотвращения аварийных ситуаций (см. рисунок 1). Данный фактор положительно сказывается на внимании водителя, однако имеет прямо противоположный эффект для беспилотного транспортного средства, применяющего TSR. В таком случае система опознавания дорожных знаков будет обрабатывать сразу несколько объектов, что приведёт к увеличению вычислительной сложности и к снижению скорости обработки в реальном времени.

- Каскад дорожных знаков – эта проблема, похожая, на ту, что описывается в предыдущем пункте. Более того, в условии низкого разрешения

изображения несколько расположенных дорожных знаков расположены очень близко друг к другу, поэтому они могут восприниматься как один дорожный знак (рис.2).



Рис. 1. Вариант использования временных дорожных знаков



Рис. 2. Каскад дорожных знаков

- Сходство – некоторые объекты в дорожной обстановке могут быть похожи на дорожные знаки. Например, это относится к знакам, изображённым на рекламных объявлениях, размещенных вдоль дороги или изображениям, похожим на дорожные знаки, но не являющимися ими.
- Неправильно размещенные знаки – иногда дорожные знаки устанавливаются неправильно, например, знак может быть установлен под углом или перевернут. Поэтому их значения, поступающие для обработки, могут отличаться от истинного изображения или вообще не считаться.

- Дорожные знаки разного размера – размеры дорожных знаков различны. Кроме того, размер меняется при приближении движущегося транспортного средства к дорожному знаку, что усложняет задачу обработки знаков для TSR.
- Использование светодиодного контура LED – интеграция светодиодных технологий в дорожные знаки способствовала повышению безопасности на дорогах в темное время суток и улучшению восприятия информации водителями. С приходом светодиодов появилась возможность анимировать дорожные знаки, тем самым привлекая к себе внимание всех участников дорожного движения. Однако такой подход лишь рекомендован руководством ГИБДД России и экспертов в области дорожного движения, не стандартизован и может помешать работе системы TSR.

Способы решения возникших проблем

Дорожные знаки выполняют первостепенную задачу – сообщение определённой информации участникам дорожного движения (пешеходам, водителям, велосипедистам и прочим). Для того, чтобы эта информация передавалась и воспринималась корректно, был создан национальный стандарт общих технических требований к дорожным знакам (ГОСТ Р 52290-2004). В нём указаны такие пункты, как «Группы, изображения, наименования, размеры», «Знаки индивидуального проектирования», «Технические требования», «Требования к световозвращающей пленке для знаков» и т.д.

В ходе работы были выявлены достаточно грубые нарушения в использовании дорожных знаков на отдалённых участках дорог, а также сельских поселениях. Отмечено, что большинство дорог не в полной мере обеспечены дорожными знаками и/или дорожные знаки находятся неподобающем виде: потеряна возможность корректного определения значения дорожного знака (выцветшее изображение, отслойка краски, наличие больших вмятин), знак не установлен на металлические стойки, установка знака не соответствует стандарту, знак изготовлен не в соответствии со стандартом, несоблюдение требований к шрифту, расположению и размеру. Такие недостатки могут стать причиной некорректной оценки дорожной ситуации не

только для беспилотных транспортных средств, но и для водителя. Наличие стандартизированных знаков дорожного движения, верное их применение и расположение на дорогах общего пользования является обязательным условием корректной работы системы TSR.

Хорошим решением проблем с распознаванием контура дорожного знака может стать использование LED подсветки. Такой подход может решить проблему распознавания дорожных знаков, особенно в темное время суток. Однако данное решение влечёт за собой множество требований, которые необходимо соблюдать – яркость индикаторов, большая плотность светодиодов на кв. см., долговечность работы, применение единого цвета в пределах одного знака, а также:

- размер;
- форма отображения;
- эквивалентная площадь;
- размер пикселя и интервал между ними;
- ширина обводки;
- граница;
- текст;
- цифры;
- контрастность;
- коэффициент яркости (коэффициент отражения / контраст);
- равномерность яркости;
- стабильность цвета;
- затемнение;
- стабильность отображения;
- поиск неисправностей;
- частота обновления;
- мигание;
- мультиплексированные дисплеи.

Заключение

Дорожные знаки играют ключевую роль в обеспечении безопасности на дорогах, передавая важную информацию участникам дорожного движения. Однако выявленные нарушения в их установке и состоянии, особенно в удаленных и сельских районах, подчеркивают необходимость строгого соблюдения национального стандарта. Эти недостатки могут привести к неправильной интерпретации дорожной ситуации как водителями, так и беспилотными транспортными средствами. Использование LED-подсветки может значительно улучшить распознавание дорожных знаков в условиях низкой видимости, но требует соблюдения множества технических требований. Таким образом, стандартизированные и правильно установленные дорожные знаки являются необходимым условием для эффективной работы систем распознавания дорожной ситуации и повышения безопасности на дорогах.

Список использованных источников

1. Amirtha Chidambara Raj, Adrian Sozio, Marcus van der Velden, Guidance and Readability. Criteria for Traffic Sign Recognition Systems Reading Electronic Signs. ISBN 978-1-922382-08-5, August 2020. — 49 p.
2. Yasmin Roper, Mark Rowland, Zoran Chakich, William McGill, Vinuka Nanayakkara, David Young, Russell Whale. Implications of Traffic Sign Recognition (TSR) Systems for Road Operators. ISBN 978-1-925671-71-1, August 2018. — 89 p.
3. John Hatzidimos. Proceedings of the International Conference on Theory and Applications of Mathematics and Informatics, Thessaloniki, Greece. AUTOMATIC TRAFFIC SIGN RECOGNITION IN DIGITAL IMAGES. — 2004. — pp. 174–184.
4. Patel Hanil H., Vasava Vandana M., Parmarth Rajveer D., Zala Vanrajsinh R., Parmar Maulik, Abarar A. Khalak, Mehul J. Patel. Intelligent Transportation System: Enhancing Traffic Management and Road Safety. International Journal of Research Publication and Reviews, Vol 4, no 9. — 2023. — pp. 1185-1193.

5. А.Э. Горев, Е.М. Олещенко. Организация автомобильных перевозок и безопасность движения: учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений. – 3-е изд., стер. – М.: Издательский центр «Академия», 2009. – 256 с.
 6. A study on automatic recognition of road signs. In: Proceedings of the 2006 IEEE Conference on Cybernetics and Intelligent Systems (CIS 2006). From: 2006 IEEE Conference on Cybernetics and Intelligent Systems (CIS 2006), 7-9 June 2006. — pp. 335-340.
 7. Maxwell Lay. The human factors of traffic signs. — pp.17-24.
 8. ГОСТ Р 52290-2004. Национальный стандарт российской федерации. Технические средства организации дорожного движения. Знаки дорожные/ Общие технические требования — 43 с.
 9. ГОСТ Р 52289-2019. Национальный стандарт российской федерации. Технические средства организации дорожного движения. Правила применения дорожных знаков, разметки, светофоров, дорожных ограждений и направляющих устройств – 122 с.
 10. Štefan Toth. Difficulties of Traffic Sign Recognition. — 2020. – 4 p.
-

Salikhova E.D., 1st year graduate student, group 8241352, Naberezhnye Chelny Institute of Kazan (Volga region) Federal University

INVESTIGATION OF THE INTERACTION OF THE TSR SYSTEM WITH TRAFFIC SIGNS

Abstract: This article describes the problems encountered in recognizing road signs (TSR). TSR is involved in image processing and computer vision systems. An image of a real road scene is captured by a camera located in the vehicle and processed to detect and recognize road signs. In the future, TSR can be used for any purpose, especially to improve road safety, or by companies that provide maps with speed limit data. TSR can also be used by authorized persons to monitor the condition of road signs on the roads.

Key words: TSR, traffic sign recognition, traffic sign, detection.

УДК 004.58

*Салихова Е.Д., студент 1 курса магистратуры гр. 8241352,
Набережночелнинского института ФГАОУ ВО «Казанского (Приволжского)
федерального университета», г. Набережные Челны*

СТАНДАРТИЗАЦИЯ ДОРОЖНЫХ ЗНАКОВ КАК КЛЮЧЕВОЙ ФАКТОР ДЛЯ РАБОТЫ СИСТЕМЫ TSR

Аннотация. В статье описываются проблемы взаимодействия систем беспилотного транспортного средства – а именно системы TSR – с внешними источниками информации – знаками дорожного движения. Рассмотрены внешние воздействия, способные создать неблагоприятные условия для работы системы TSR, а также причины, связанные с использованием стандартизированных средств разработки дорожных знаков.

Ключевые слова: TSR, распознавание дорожных знаков, дорожный знак, стандартизация, обнаружение.

Введение

С приходом усовершенствованных систем помощи водителю ADAS важно соблюдать качество входных данных. TSR (от англ. Traffic Sign Recognition - системы определения дорожных знаков) является функцией, отвечающей за распознавание и интерпретацию дорожных знаков при помощи передней камеры и алгоритмов обработки изображений. Интегрируемая в полуавтономные и автономные системы вождения, она повышает уровень комфорта водителя, улучшает функционирование смежных ADAS-систем, таких как интеллектуальный адаптивный круиз-контроль (ACC), система предупреждения о выходе из полосы (LDW) и ассистент соблюдения скорости (ISA) и повышает безопасность на дорогах.

Система определения дорожных знаков (TSR)

Система TSR предполагает считывание информации в режиме реального времени с помощью оптической камеры, расположенной на лобовом стекле в зоне зеркала заднего вида. На основе CNN – сверточных нейросетей – алгоритмы анализируют изображения по следующим признакам:

- Форме (треугольник, круг, квадрат);

- Цвету (Красный, синий, желтый);
- Символам / напечатанному тексту («70», «STOP»).

В продвинутых системах используются дополнительные датчики, такие как радары, лидары, GPS и цифровые карты. Работа системы TSR и радара в паре позволяет определять расстояние до знака и корректировать работу ACC (от англ. Adaptive Cruise Control – Адаптивный Круиз Контроль) при ограничении скорости. Использование лидара помогает системе TSR в условиях тумана или ограниченного освещения. GPS же помогает определить нечитаемый дорожный знак путем предзагруженной карты местности.

В настоящее время лишь несколько автопроизводителей внедрили коммерческие системы TSR в свои автомобили (например, BMW, Mercedes, Audi). Зачастую они могут распознавать только два класса дорожных знаков – знак ограничения максимальной скорости и знак "Обгон запрещен".

Ключевые проблемы распознавания дорожных знаков

- Загораживание – объекты, загораживающие информационную часть знака. Листва деревьев, транспортные средства, столбы, люди и т.п. могут служить причиной неверной идентификации знака или замедлить обработку сигнала.
- Блёклый цвет – дорожный знак может потерять свой цвет и стать нечитаемым в виду длительного нахождения под воздействием ультрафиолетового излучения.
- Повреждения – дорожные знаки могут быть повреждены не только из-за яркого солнечного света, но и в результате вандализма, аварийных ситуаций, погодных условий (сильный ветер, гроза, дождь) или длительного использования.
- Сложность сцены – в процессе движения могут появляться участки дорог со множеством дорожных знаков на одном участке. Хорошим примером служит использование временных знаков при ремонтных работах – часто используется большое количество знаков для предотвращения аварийных ситуаций (см. рисунок 1). При таком сюжете система TSR будет обрабатывать

сразу множество входных данных, что неизменно скажется на скорости обработки и вычислительной сложности.

- Сходство – появление схожих на дорожные знаки объектов, но не являющиеся ими. Например, изображения на рекламном щите или не стандартизированные знаки.
- Неправильно размещенные знаки – дорожные знаки, установленные в неправильном положении.
- Использование светодиодного контура LED – интеграция светодиодных технологий в дорожные знаки. Не стандартизированный метод, являющийся рекомендацией руководства ГИБДД России и экспертов в области дорожного движения.



Рис. 1. Вариант использования временных дорожных знаков

Способы решения возникших проблем

Для корректной и достоверной передачи информации посредством дорожных знаков на дорогах общего пользования необходимо соблюдать национальный стандарт общих технических требований к дорожным знакам (ГОСТ Р 52290-2004). В нём указаны основные пункты требований: «Группы, изображения, наименования, размеры», «Знаки индивидуального

проектирования», «Технические требования», «Требования к световозвращающей пленке для знаков» и т.д. Корректная работа системы распознавания дорожных знаков (TSR) возможна только при условии их стандартизации, корректного применения и правильного размещения на дорогах.

Хорошим решением проблем с распознаванием дорожного знака в условиях ограниченной видимости может стать использование LED подсветки. Однако данное решение влечёт за собой множество требований, которые необходимо соблюдать – яркость индикаторов, плотность светодиодов на кв. см., долговечность работы, применение единого цвета в пределах одного знака, а также такие параметры, как: размер, форма отображения, эквивалентная площадь, размер пикселя и интервал между ними, ширина обводки, граница, контрастность, коэффициент яркости (коэффициент отражения / контраст), равномерность яркости, стабильность цвета, мигание.

Заключение

Дорожные знаки служат важнейшим элементом безопасности дорожного движения, информируя водителей и пешеходов об условиях на пути следования. Тем не менее, обнаруженные проблемы с их установкой и техническим состоянием, особенно в сельской местности и отдалённых районах, свидетельствуют о важности неукоснительного исполнения требований национального стандарта. Подобные недочёты способны вызвать ошибочное восприятие дорожной обстановки не только людьми, но и автономными транспортными системами.

Список использованных источников

1. Amirtha Chidambara Raj, Adrian Sozio, Marcus van der Velden, Guidance and Readability. Criteria for Traffic Sign Recognition Systems Reading Electronic Signs. ISBN 978-1-922382-08-5, August 2020. — 49 p.

2. Yasmin Roper, Mark Rowland, Zoran Chakich, William McGill, Vinuka Nanayakkara, David Young, Russell Whale. Implications of Traffic Sign Recognition (TSR) Systems for Road Operators. ISBN 978-1-925671-71-1, August 2018. — 89 p.
3. John Hatzidimos. Proceedings of the International Conference on Theory and Applications of Mathematics and Informatics, Thessaloniki, Greece. AUTOMATIC TRAFFIC SIGN RECOGNITION IN DIGITAL IMAGES. — 2004. — pp. 174–184.4
4. A study on automatic recognition of road signs. In: Proceedings of the 2006 IEEE Conference on Cybernetics and Intelligent Systems (CIS 2006). From: 2006 IEEE Conference on Cybernetics and Intelligent Systems (CIS 2006), 7-9 June 2006. — pp. 335-340.
5. Maxwell Lay. The human factors of traffic signs. — pp.17-24.
6. ГОСТ Р 52290-2004. Национальный стандарт российской федерации. Технические средства организации дорожного движения. Знаки дорожные/ Общие технические требования — 43 с.
7. Štefan Toth. Difficulties of Traffic Sign Recognition. — 2020. – 4 p.

E.D. Salikhova 1st year graduate student, group 8241352, Naberezhnye Chelny Institute of Kazan (Volga region) Federal University

STANDARDIZATION OF ROAD SIGNS AS A KEY FACTOR FOR TSR SYSTEM PERFORMANCE

Abstract. The article describes the problems of interaction of unmanned vehicle systems, namely the TSR system, with external sources of information – traffic signs. The external influences that can create unfavorable conditions for the operation of the TSR system, as well as the reasons associated with the use of standardized means of developing road signs, are considered.

Keywords: TSR, road sign recognition, road sign, standardization, detection.

УДК 656.13

Сафиуллин Р.Н., доктор технических наук, профессор, профессор кафедры «Транспортно-технологических процессов и машин», Санкт-Петербургский горный университет императрицы Екатерины II, СПб, Россия, safravi@mail.ru

Пеплер А.Э., аспирант, Санкт-Петербургский горный университет императрицы Екатерины II, СПб, Россия, artem_pepler@mail.ru

Кузнецов П.С., студент, Санкт-Петербургский горный университет императрицы Екатерины II, СПб, Россия, petrku11@gmail.com

СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ БЕЗОТКАЗНОСТИ ЭЛЕКТРОННЫХ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ КАРЬЕРНЫМИ АВТОСАМОСВАЛАМИ

Аннотация. В статье проведен системный анализ безотказности электронных систем управления карьерных автосамосвалов. Рассмотрены современные подходы к повышению надежности, включая комбинацию классических методов (анализ видов и последствий отказов, дерево неисправностей) и инновационных технологий (искусственный интеллект, IoT-мониторинг, цифровые двойники). Показано, что интеграция данных методов позволяет прогнозировать и предотвращать сбои, снижая простои техники и затраты на ремонт. Особое внимание уделено факторам, влияющим на безотказность эксплуатации. В работе также обозначены перспективные направления развития, такие как внедрение автономных систем на базе ИИ для обеспечения безопасности, экономической эффективности и устойчивости горнодобывающих предприятий.

Ключевые слова: безотказность, карьерные самосвалы, электронные системы управления, прогнозная аналитика, цифровые двойники.

Введение

Современная горнодобывающая промышленность немыслима без использования карьерных автосамосвалов - ключевых звеньев в цепочке транспортировки полезных ископаемых. Эти машины ежедневно работают в экстремальных условиях: под воздействием высоких нагрузок, перепадов температур, вибраций и запыленности, а их бесперебойная работа напрямую влияет на рентабельность предприятий. Однако возрастающая сложность электронных систем управления, отвечающих за безопасность, навигацию и диагностику автосамосвалов, делает их уязвимыми к отказам. Даже

кратковременный сбой может привести к авариям, многомиллионным убыткам из-за простоя или повреждению дорогостоящего оборудования.

Актуальность системного анализа безотказности электронных систем управления обусловлена растущими требованиями к надежности и эффективности оборудования. Традиционные методы прогнозирования отказов, такие как метод анализа видов и последствий потенциальных отказов и метод анализа дерева неисправностей, сегодня дополняются цифровыми инновациями: предиктивной аналитикой на основе ИИ, мониторингом через IoT-платформы и моделированием сценариев с помощью цифровых двойников. Эти инструменты позволяют не только минимизировать риски, но и оптимизировать затраты на обслуживание.

Цель данной статьи - обобщить современные подходы к анализу безотказности электронных систем управления карьерных автосамосвалов, оценить их эффективность в условиях реальной эксплуатации и обозначить перспективные направления развития.

Результаты и обсуждение

Системный анализ безотказности - это комплексный подход к оценке способности технической системы выполнять заданные функции в определенных условиях и течение установленного времени без возникновения критических сбоев. Его ключевая задача заключается в прогнозировании, предотвращении и минимизации отказов, а также в оптимизации процессов восстановления.

В контексте электронных систем управления особое значение приобретают международные стандарты, такие как ISO 26262 (функциональная безопасность автомобильных систем) и IEC 61508 (требования к безопасности электронных устройств). Эти документы регламентируют методы проектирования, тестирования и валидации, направленные на снижение рисков до приемлемого уровня.

Современные автосамосвалы оснащены сложными электронными системами, которые интегрируют:

- микропроцессорные контроллеры;
- сенсоры и датчики;
- интерфейсы для передачи данных;
- программное обеспечение (алгоритмы диагностики и оптимизации работы).

Особенностью таких систем является необходимость баланса между высокой производительностью и устойчивостью к внешним воздействиям.

Современные подходы к анализу безотказности электронных систем управления карьерных автосамосвалов условно разделить на классические подходы и подходы с использованием современных технологии. К первым относятся проверенные временем инженерные методики: анализ видов и последствий отказов, построение деревьев неисправностей и статистические расчеты (среднее время наработки на отказ). Эти методы направлены на систематическое выявление уязвимостей, оценку их критичности и разработку профилактических мер. Однако их эффективность часто ограничена трудоемкостью и зависимостью от экспертных знаний. В свою очередь, современные технологии позволяют вывести анализ на новый уровень. Становится возможным обработка больших данные с датчиков с использованием ИИ и машинного обучения для предсказания отказов, создание цифровых двойников с моделированием экстремальные сценарии в виртуальной среде. При этом технология IoT обеспечивает контроль параметров в режиме реального времени. Несмотря на высокую стоимость внедрения и необходимость цифровой инфраструктуры, эти инструменты обеспечивают предиктивность и адаптивность, недостижимые для классических подходов. На практике оптимальные результаты достигаются при комбинации методов: анализ видов и последствий отказов помогает устранить известные риски на этапе проектирования, а ИИ и IoT минимизируют непредвиденные сбои в процессе эксплуатации, что особенно актуально для тяжелой техники, работающей в условиях повышенных нагрузок и экстремальных сред.

Надежность электронных систем управления карьерных автосамосвалов определяется совокупностью внешних и внутренних факторов, взаимодействие которых формирует комплексный риск возникновения отказов. Анализ этих факторов является ключевым этапом системного подхода к обеспечению безотказности рис.1.

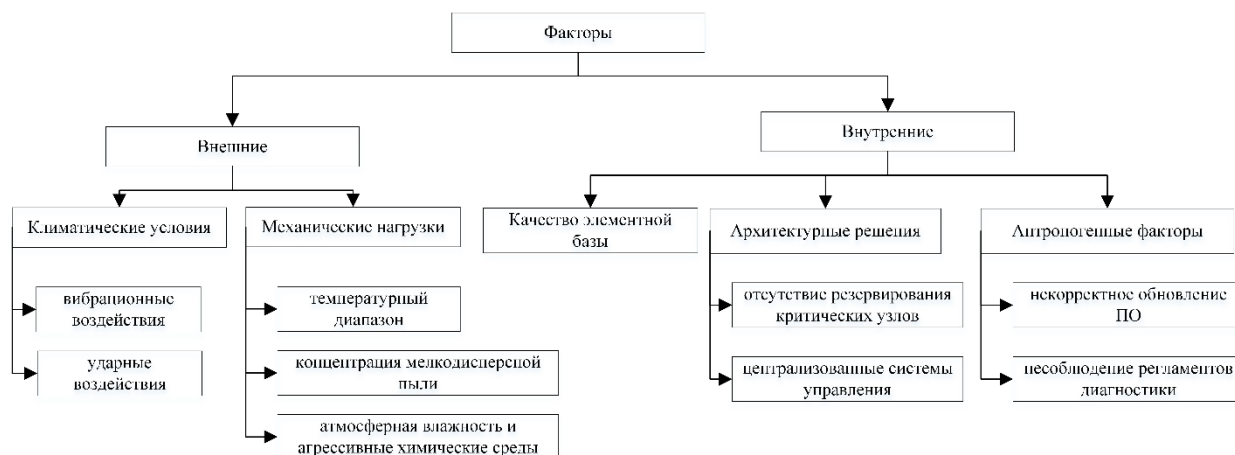


Рис. 1. Факторы, влияющие на безотказность электронных систем управления карьерными автосамосвалами

При этом наибольшую опасность представляют комбинированные воздействия. Оптимизация безотказности возможна только при учете всех категорий факторов. Современные подходы, включая предиктивную аналитику и цифровое моделирование, позволяют прогнозировать комбинированные риски, что подтверждается снижением частоты отказов на 25-40% в системах с интегрированными решениями [9].

Перспективы развития системного анализа безотказности

Эволюция методов обеспечения надежности электронных систем управления карьерных автосамосвалов тесно связана с технологическими трендами четвертой промышленной революции. Ниже рассмотрены ключевые направления, которые определяют развитие отрасли в ближайшее десятилетие.

Внедрение автономных технологий, таких как искусственный интеллект и машинное зрение, позволит минимизировать человеческий фактор - основную причину 20–30% отказов [1]. Перспективным направлением является разработка самоадаптирующихся систем, способных динамически корректировать параметры

работы в зависимости от износа компонентов (например, автоматическое снижение нагрузки при деградации подшипников).

Рост объема данных от IoT-датчиков (до 10 ТБ в сутки на один самосвал [3]) требует новых подходов к анализу. Одновременно блокчейн-технологии предлагают решения для отслеживания истории обслуживания, обеспечивая неизменяемость записей и прозрачность для всех участников цепочки (производители, сервисные центры, горнодобывающие компании).

Выводы

Надежность электронных систем карьерных самосвалов напрямую влияет на безопасность работников и экономику горнодобывающих предприятий. Чтобы снизить риск поломок, сегодня используют два подхода: классические методы и современные технологии. Практика показывает, что такие решения сокращают простои техники на 30–60% и уменьшают затраты на ремонт. Однако их успех зависит от качества деталей, условий работы и грамотного обслуживания. В будущем упор будет сделан на автономные системы, которые самостоятельно адаптируются к нагрузкам, и новые материалы, устойчивые к износу.

Список использованных источников

1. Земенкова М.Ю., Чижевская Е.Л., Земенков Ю.Д. Интеллектуальный мониторинг состояний объектов трубопроводного транспорта углеводородов с применением нейросетевых технологий // Записки Горного института. 2022. Т. 258. С. 933-944. DOI: 10.31897/PMI.2022.105
2. Simonova L.A., Dem'yanov D.N., Kapitonov A.A. Smart information system for generating design constraints in the auto industry. Russian Engineering Research. 2020;40(12):1034–1038. <https://doi.org/10.3103/S1068798X20120199>
3. Беликова Д.Д., Морозов Е.В., Хисамутдинова Э.Л. Оптимальное управление силовыми агрегатами горных машин в диапазоне эксплуатационных режимов при применении системы контроля качества моторного масла. Горный информационно-аналитический бюллетень. 2021;(6):95–103. https://doi.org/10.25018/0236_1493_2021_6_0_95

4. Курганов В.М., Грязнов М.В., Колобанов С.В. Оценка надежности функционирования экскаваторно-автомобильных комплексов в карьере. Записки Горного института. 2020;241:10–21. <https://doi.org/10.31897/pmi.2020.1.10>
5. Макарова И.В., Ганиев М.М., Баринов А.С., Габсалихова Л.М., Мавляутдинова Г.Р. Современный автотранспорт горнопромышленного комплекса: проблемы и решения. Горная промышленность. 2025;(1S):28–33. <https://doi.org/10.30686/1609-9192-2025-1S-28-33>
6. В России зарегистрировано 90 тысяч электрокаров и гибридов [Электронный ресурс] // Автостат: сайт. – URL: <https://www.autostat.ru/infographics/58435/> (дата обращения: 15.04.2025)
7. Авксентьев С.Ю., Белоусов В.И. Определение рациональных параметров для безостановочной работы гидротранспортных систем в условиях низких температур. Горная промышленность. 2025;(1S):86–91. <https://doi.org/10.30686/1609-9192-2025-1S-86-91>
8. Sadegh Kouhestani, H., Yi, X., Qi, G., Liu, X., Wang, R., Gao, Y., Yu, X., & Liu, L. (2022). Prognosis and Health Management (PHM) of Solid-State Batteries: Perspectives, Challenges, and Opportunities. *Energies*, 15(18), 6599. <https://doi.org/10.3390/en15186599>
9. Zhao, J., Zhu, Y., Zhang, B., Liu, M., Wang, J., Liu, C., & Hao, X. (2023). Review of State Estimation and Remaining Useful Life Prediction Methods for Lithium-Ion Batteries. *Sustainability*, 15(6), 5014. <https://doi.org/10.3390/su15065014>
10. Akbar, K., Zou, Y., Awais, Q., Baig, M. J. A., & Jamil, M. (2022). A Machine Learning-Based Robust State of Health (SOH) Prediction Model for Electric Vehicle Batteries. *Electronics*, 11(8), 1216. <https://doi.org/10.3390/electronics11081216>
11. Huang, S.-C., Tseng, K.-H., Liang, J.-W., Chang, C.-L., & Pecht, M. G. (2017). An Online SOC and SOH Estimation Model for Lithium-Ion Batteries. *Energies*, 10(4), 512. <https://doi.org/10.3390/en10040512>
12. X. Cui and T. Hu, "State of Health Diagnosis and Remaining Useful Life Prediction for Lithium-ion Battery Based on Data Model Fusion Method," in *IEEE Access*, vol. 8, pp. 207298-207307, 2020, <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2020.3038182>

13. Ming-Feng Ge, Yiben Liu, Xingxing Jiang, Jie Liu, A review on state of health estimations and remaining useful life prognostics of lithium-ion batteries, Measurement, 174, 2021, 109057, ISSN 0263-2241, <https://doi.org/10.1016/j.measurement.2021.109057>
14. Kocsis Szürke, S., Sütthö, G., Apagy, A., Lakatos, I., & Fischer, S. (2022). Cell Fault Identification and Localization Procedure for Lithium-Ion Battery System of Electric Vehicles Based on Real Measurement Data. Algorithms, 15(12), 467. <https://doi.org/10.3390/a15120467>
15. Natthida Sukkam, Thossaporn Onsree, Nakorn Tippayawong; Overview of machine learning applications to battery thermal management systems in electric vehicles. AIP Conf. Proc. 17 November 2022; 2681 (1): 020004. <https://doi.org/10.1063/5.0115829>

Safiullin R.N., Doctor of Technical Sciences, Professor, Professor of the Department of Transport and Technological Processes and Machines, St. Petersburg Mining University of Empress Catherine II, St. Petersburg, Russia, safravi@mail.ru

Pepler A.E., Postgraduate Student, St. Petersburg Mining University of Empress Catherine II, St. Petersburg, Russia, artem_pepler@mail.ru

Kuznetsov P.S., Student, St. Petersburg Mining University of Empress Catherine II, St. Petersburg, Russia, petrku11@gmail.com

SYSTEM ANALYSIS OF RELIABILITY OF ELECTRONIC DUMP TRUCK MANAGEMENT SYSTEMS

Abstract. The article provides a systematic analysis of the reliability of electronic control systems for mining dump trucks. Modern approaches to reliability improvement are considered, including a combination of classical methods (analysis of types and consequences of failures, fault tree) and innovative technologies (artificial intelligence, IoT monitoring, digital twins). It is shown that the integration of these methods makes it possible to predict and prevent failures, reducing equipment downtime and repair costs. Special attention is paid to the factors affecting the reliability of operation. The paper also outlines promising areas of development, such as the introduction of autonomous AI-based systems to ensure the safety, economic efficiency and sustainability of mining enterprises.

Keywords: reliability, mining dump trucks, electronic control systems, predictive analytics, digital twins.

УДК 656.13

*Сафиуллин Р.Н., доктор технических наук, профессор Санкт-Петербургский
Горный университет императрицы Екатерины II*

*Сорванов А.В., магистр Санкт-Петербургский Горный университет
императрицы Екатерины II rasenmaher@yandex.ru*

АНАЛИЗ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МЕТОДОВ НЕЧЁТКОЙ ЛОГИКИ В ОБЕСПЕЧЕНИИ БЕЗОПАСНОСТИ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ.

Аннотация: Статья исследует применение методов нечёткой логики для повышения безопасности транспортных средств в условиях роста аварийности на российских дорогах. Авторы демонстрируют, как адаптивные системы на основе нечётких множеств позволяют анализировать динамические и неопределённые факторы риска, такие как погодные условия, стиль вождения и загруженность трафика. На примере модели оценки риска ДТП показана эффективность подхода в обработке качественных данных и принятии решений в реальном времени. Исследование подтверждает, что интеграция нечёткой логики в интеллектуальные транспортные системы способна снизить аварийность за счёт гибкости и учёта экспертных знаний.

Ключевые слова: функциональная безопасность; транспортные средства; нечёткая логика, факторы безопасности

Введение

Рост числа транспортных средств и интенсивности дорожного движения создаёт серьёзные вызовы для безопасности в российских городах. По данным ГИБДД, в 2024 году зафиксировано более 116 тыс. дорожно-транспортных происшествий, что подчёркивает необходимость внедрения инновационных технологий для снижения аварийности [1, с.2] (рисунки 1-2). Особую актуальность приобретают интеллектуальные транспортные системы (ИТС), способные анализировать многофакторные риски в режиме реального времени.

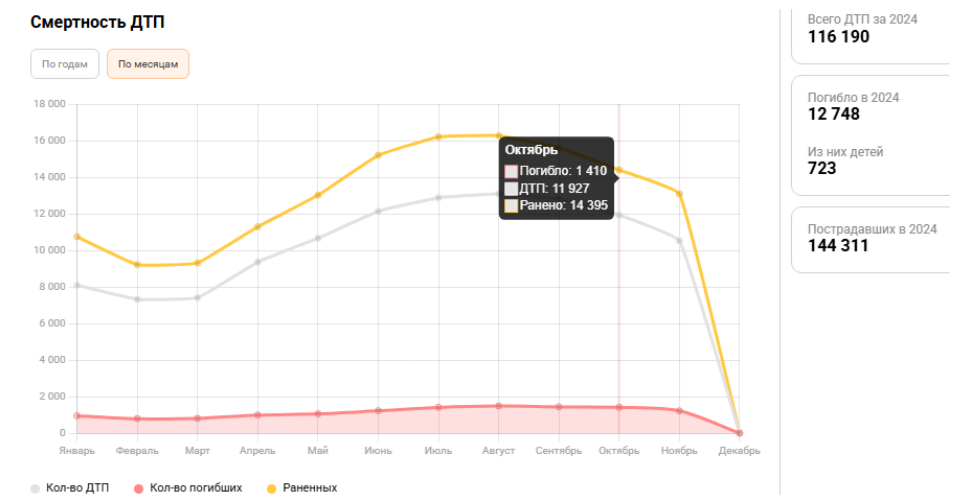


Рис. 4. Статистика ДТП за 2024 год [2]

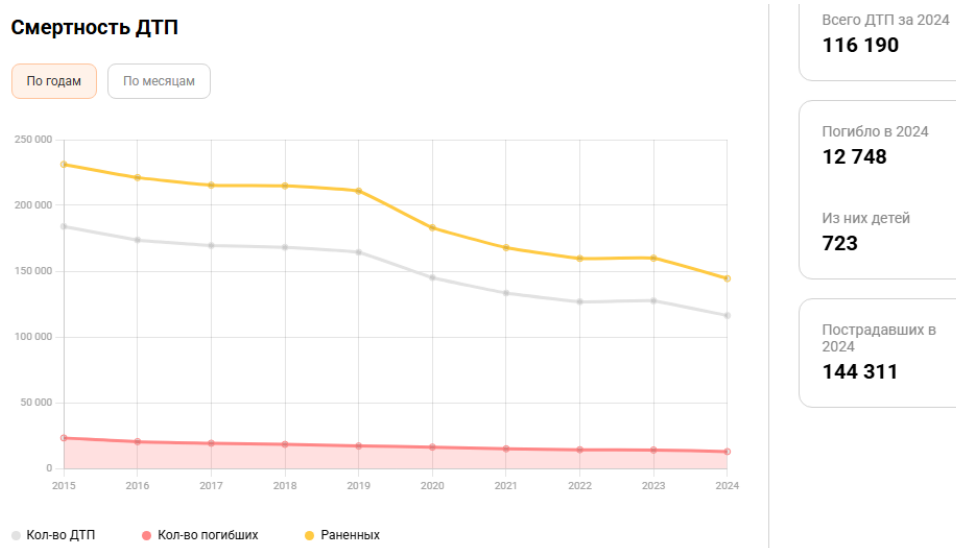


Рис. 5. Статистика ДТП за 2015-2024 года

Одним из перспективных направлений в области анализа дорожной аварийности является применение нечёткой логики — математического аппарата, который позволяет формализовать качественные и субъективные параметры, такие как «плохая видимость», «агрессивное вождение» или «сложные погодные условия». В отличие от классических статистических методов, опирающихся на бинарные критерии и жёсткие пороговые значения, нечёткие системы способны моделировать градации состояний, что особенно актуально для динамически меняющихся условий российских дорог. Например, понятие «гололёд» может варьироваться от слабого обледенения до сплошного наста, и нечёткая логика позволяет учитывать эти нюансы через функции принадлежности, преобразуя лингвистические переменные в числовые оценки.

Это обеспечивает более точную адаптацию алгоритмов к реальным сценариям, где факторы риска часто взаимосвязаны и нелинейны.

Реализация Национальной стратегии развития искусственного интеллекта до 2030 года активизировала внедрение интеллектуальных транспортных систем (ИТС) в регионах России[3], однако потенциал нечёткой логики в этой области изучен недостаточно. Так, в большинстве существующих решений используются методы машинного обучения, требующие больших объёмов структурированных данных, которые зачастую недоступны в условиях неоднородной дорожной инфраструктуры и климатического разнообразия. В отличие от них, нечёткие системы демонстрируют эффективность даже при ограниченной выборке, что подтверждается исследованиями в аналогичных условиях — например, при прогнозировании аварийности в горных регионах с резкими перепадами температур.

Нечёткая логика: основы и принципы

В отличие от классической бинарной логики, где решения принимаются по принципу «истина/ложь», нечёткая логика оперирует промежуточными значениями, что позволяет работать с такими понятиями, как «почти высокий риск» или «умеренная загруженность». Например, оценка скорости движения как «высокой» не требует жёсткого порога в 90 км/ч. Вместо этого используется плавная шкала: 80 км/ч может иметь степень принадлежности к «высокой скорости» 60%, а 100 км/ч — 95%.

Этот подход особенно ценен в транспортной безопасности, где многие факторы носят качественный характер. Например, параметр «агрессивное вождение» невозможно точно измерить, но его можно описать через комбинацию данных: резкие торможения, частые перестроения и превышение скорости. Нечёткая логика преобразует эти наблюдения в формальные правила, такие как:

«Если частота перестроений высокая И средняя скорость превышает допустимую, ТО стиль вождения агрессивный».

Почему классические методы часто неэффективны:

Методы, основанные на статистике или фиксированных правилах, обеспечивают стабильность и линейность, в то время как дорожная среда представляет собой динамическую, адаптивную систему.

Несчастные случаи в одном и том же месте могут происходить по разным причинам в зависимости от времени суток и интенсивности дорожного движения.

Преимущества использования нечёткой логики

Нечёткая логика обеспечивает естественный способ описания и обработки качественных лингвистических характеристик дорожной среды, которые трудно формализовать с помощью традиционных методов. Реальные эксперты оперируют такими терминами, как «умеренный дождь», «низкая видимость» или «резкий манёвр», и именно нечёткие множества позволяют преобразовать эти понятия в математическую модель, сохраняя их смысловую нагрузку. Например, параметр «интенсивность осадков» может быть представлен не бинарным значением («дождь/нет дождя»), а градациями: «слабый», «умеренный», «сильный», «ливень». Каждая из этих категорий определяется через функции принадлежности, которые отражают плавные переходы между состояниями.

Нечёткая логика демонстрирует высокую устойчивость к неполным или зашумлённым данным, что характерно для реальных транспортных систем. Например, если датчик освещённости вышел из строя, система может оценить видимость косвенно — через анализ скорости потока, частоты включения фар другими автомобилями или данных о погоде из сторонних источников. Это критически важно для управления в режиме реального времени, где задержки в принятии решений могут привести к аварии.

Заключение

Таким образом, интеграция нечеткой логики в задачи анализа и управления дорожным движением является эволюционным шагом в развитии интеллектуальных транспортных систем. Это позволяет строить более гибкие, надежные и прозрачные модели, которые не только повышают эффективность мониторинга и прогнозирования аварий, но и формируют основу для

дальнейшего внедрения автономных решений. В конечном счете, именно способность учитывать многогранный характер дорожных условий и адаптироваться к изменяющимся обстоятельствам делает нечеткую логику ключевым инструментом для любой платформы безопасности дорожного движения.

Список использованных источников

1. Сырцова, Е. А. Эффекты внедрения интеллектуальных транспортных систем в регионах России / Е. А. Сырцова // Государственное управление. Электронный вестник. – 2023. – № 101. – С. 159-169. – DOI 10.24412/2070-1381-2023-101-159-169. – EDN RHWEOL.
2. Полная статистика ДТП по России по месяцам в 2024 году [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://rusdtp.ru/stat-dtp/> (дата обращения 28.04.2025)
3. Хамитов, Р. М. Искусственный интеллект в транспортной сфере как средство повышения безопасности / Р. М. Хамитов, О. В. Князькина, А. В. Шорохова // Автомобиль. Дорога. Инфраструктура. – 2024. – № 1(39). – EDN HUPITB.

R.N. Safiullin, Doctor of Technical Sciences, Professor Saint Petersburg Mining University of Empress Catherine II

A.V. Sorvanov, Master's Student Saint Petersburg Mining University of Empress Catherine II rasenmaher@yandex.ru

ANALYSIS OF FUZZY LOGIC METHODS APPLICATION IN VEHICLE SAFETY ENHANCEMENT

Abstract: The article explores the application of fuzzy logic methods to improve vehicle safety amid rising accident rates on Russian roads. The authors demonstrate how adaptive systems based on fuzzy sets enable the analysis of dynamic and uncertain risk factors, such as weather conditions, driving behavior, and traffic density. Using a road accident risk assessment model as an example, the study highlights the approach's effectiveness in processing qualitative data and enabling real-time decision-making. The research confirms that integrating fuzzy logic into intelligent transportation systems can reduce accidents by leveraging flexibility and incorporating expert knowledge.

Keywords: functional safety; vehicles; fuzzy logic; safety factors

УДК 656.13

Сафиуллин Р.Н., Санкт-Петербургский Горный университет Императрицы Екатерины II, Санкт-Петербург, Россия, safravi@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-8765-6461>

Сорокин К.В., Санкт-Петербургский Горный университет Императрицы Екатерины II, Санкт-Петербург, Россия, kiros_00@bk.ru, <https://orcid.org/0009-0006-3781-1407>

Набиев А.Р., Санкт-Петербургский Горный университет Императрицы Екатерины II, Санкт-Петербург, Россия, aydar.nabiev2004@mail.ru.

МЕТОДЫ УДАЛЕННОЙ ОЦЕНКИ И ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ

Аннотация. Статья посвящена вопросам повышения эффективности и надежности эксплуатации транспортных средств. В качестве инновационного подхода рассматривается внедрение способов удаленной оценки и прогнозирования технического состояния транспортных средств. Проведен анализ методов оценки технического состояния, включая «Дерево неисправностей», «Анализ видов и последствий отказов» и контрольные карты Шухарта, с подробным рассмотрением их возможностей и ограничений. Использование систем дистанционного контроля и адаптивного управления позволяет существенно повысить безопасность, эксплуатационную надежность и экономическую эффективность применения транспортных средств, а также снизить экологическую нагрузку при их использовании.

Ключевые слова: высокоавтоматизированные транспортные средства, прогнозирование технического состояния, удаленная оценка.

Введение. Эксплуатация транспортных средств в различных условиях, в том числе в регионах с суровыми климатическими особенностями, предъявляет повышенные требования к вопросам обеспечения надежности, безопасности и общей эффективности работы транспортных систем. Поэтому особую значимость приобретает внедрение инновационных беспилотных технологий, которые открывают принципиально новые возможности для минимизации операционных рисков, связанных с человеческим фактором, и существенного повышения устойчивости всей транспортной инфраструктуры.

Основой современного подхода к организации транспортных систем становится решение задачи обеспечения бесперебойной работы техники в условиях экстремальных эксплуатационных нагрузок. Существенное усложнение данной задачи обусловлено целым комплексом факторов, включая ограниченность сервисной инфраструктуры, значительную удаленность специализированных центров технического обслуживания, а также объективные сложности в организации логистики запасных частей и расходных материалов. В подобных условиях особую важность приобретает внедрение интеллектуальных систем мониторинга и прогнозирования технического состояния транспортных средств, которые становятся неотъемлемым компонентом современной транспортной системы.

Современные технологические решения, основанные на принципах удаленной оценки и комплексного анализа эксплуатационных данных, позволяют осуществлять оперативное выявление потенциальных неисправностей и отклонений в работе оборудования. Важной особенностью таких систем является их способность предотвращать развитие серьезных последствий даже при обнаружении незначительных отклонений от нормальных режимов работы, что особенно ценно в условиях сложной эксплуатации.

Особое значение в техническом обслуживании транспортных систем занимают передовые методы прогнозирования технического состояния, базирующиеся на обработке больших эксплуатационных данных с применением сложных алгоритмов машинного обучения. Подобный аналитический подход обеспечивает не только своевременную и точную диагностику текущего состояния оборудования, но и позволяет с высокой степенью достоверности прогнозировать потенциальные отказы и неисправности. В результате реализации такого подхода достигается значительное снижение вероятности внезапных критических поломок, что в свою очередь приводит к существенному сокращению простоев транспортных средств, оптимальному распределению затрат на техническое

обслуживание и кардинальному повышению общей надежности всей транспортной системы.

Реализация указанных технологических решений способствует достижению комплексного эффекта, проявляющегося не только в повышении экономической эффективности транспортных операций, но и в существенном росте показателей безопасности, а также в значительном снижении потенциальных экологических рисков. В этом контексте беспилотные и автоматизированные транспортные средства представляют собой одно из наиболее перспективных направлений развития транспортной отрасли, демонстрируя высокую эффективность и устойчивость в самых различных, в том числе и наиболее сложных условиях эксплуатации. Постоянное совершенствование данных технологий и их интеграция в транспортную инфраструктуру открывает новые горизонты для создания принципиально новых, более безопасных и эффективных систем транспортного обеспечения.

Прогнозирование отказов. Среди современных методов прогнозирования отказов технических систем особое место занимает метод «Дерево неисправностей», представляющий собой системный подход к оценке надежности. Данная методика основана на комбинированном качественно-количественном анализе, первоначальным этапом которого выступает идентификация критического события, потенциально ведущего к нарушению работоспособности системы. Последующий анализ включает детерминацию всех возможных причин возникновения неисправности с оценкой их вероятностных характеристик.

Процедура реализации метода предполагает последовательное выполнение нескольких этапов. После выявления критического события осуществляется построение логико-вероятностной модели, отражающей взаимосвязи между элементами системы и возможными путями возникновения отказа. Затем проводится вероятностная оценка построенной модели, на основании которой формулируются рекомендации по повышению

надежности системы. Завершающим этапом становится разработка алгоритмов мониторинга и прогнозирования потенциальных отказов [12].

К числу преимуществ данного метода относится его экономическая эффективность, обусловленная возможностью применения при ограниченных ресурсах и небольшом количестве привлекаемых специалистов. Однако следует отметить существенные временные затраты, необходимые для полноценной реализации метода, особенно при анализе сложных технических систем. Серьезным ограничением является невозможность адекватного учета частичных отказов и постепенной деградации элементов системы, что снижает точность прогнозирования в случаях постепенного ухудшения технического состояния оборудования.

Помимо «Дерева неисправностей» существует такой метод, как «Анализ видов и последствий отказов», представляющий собой системный подход к оценке потенциальных отказов и их последствий. Данная методика обеспечивает комплексный анализ возможных дефектов системы с последующим ранжированием их по степени влияния на функциональность и безопасность эксплуатации.

Реализация метода предполагает последовательное выполнение аналитических процедур, начиная с детального изучения структурно-функциональных характеристик системы. На следующем этапе осуществляется идентификация потенциальных отказов с составлением исчерпывающего перечня возможных дефектов и несоответствий. Особое внимание уделяется установлению причинно-следственных связей между выявленными неисправностями и их возможными последствиями для работы системы в целом.

Ключевым элементом методики является многокритериальная экспертная оценка каждого потенциального отказа по трем параметрам: тяжести последствий, вероятности возникновения и возможности своевременного обнаружения. На основании полученных показателей производится расчет приоритетного числа рисков, величина которого прямо

пропорциональна потенциальной опасности соответствующего отказа для системы. Заключительная фаза анализа предусматривает разработку комплекса технических и организационных мер, направленных на устранение выявленных уязвимостей и повышение общей надежности системы [13].

Несмотря на высокую эффективность метода, следует отметить его существенные ограничения, связанные со значительной ресурсоемкостью реализации. Проведение полноценного анализа видов и последствий отказов требует привлечения высококвалифицированных специалистов и существенных временных затрат, что обуславливает высокую стоимость процедуры. Данное обстоятельство ограничивает широкое применение метода в условиях ограниченных ресурсов, требуя поиска компромиссных решений между глубиной анализа и экономической целесообразностью.

В основе метода прогнозирования технического состояния ТС на основе контрольных карт Шухарта лежит процедура графического представления временных рядов ключевых эксплуатационных параметров технических систем, таких как температурные режимы, показатели давления и аналогичные характеристики. Метод предполагает установление статистически значимых контрольных границ - верхнего и нижнего пределов, определяющих область допустимых колебаний контролируемых величин. Превышение установленных граничных значений интерпретируется как индикатор потенциальной неисправности или отклонения от нормального режима функционирования системы [14-15].

Следует отметить существенные ограничения данного подхода. Прежде всего, метод обладает исключительно реактивным характером, позволяя идентифицировать отклонения лишь после их фактического проявления, что существенно сужает возможности превентивного прогнозирования. Эффективность метода напрямую зависит от качества исходных данных - требуются высокоточные измерения и репрезентативная выборка наблюдений. При этом даже незначительные погрешности

измерений или недостаточный объем данных могут привести к ошибочным диагностическим заключениям.

Особые сложности возникают при попытке применения метода для анализа сложных многопараметрических систем, где состояние оборудования определяется комплексом взаимосвязанных факторов. Важным ограничением является отсутствие в методике учета временных зависимостей и долгосрочных тенденций изменения параметров, что существенно снижает ее прогностическую ценность при оценке перспективных изменений технического состояния [4].

Рассматриваемые методы анализа – «Дерево неисправностей», «Анализ видов и последствий отказов» и контрольные карты Шухарта – послужили концептуальной основой для разработки системы удаленного контроля и прогнозирования работоспособности транспортных средств. Адаптация данных методик потребовала существенной модификации с учетом особенностей дистанционного мониторинга, ограниченности диагностических данных и специфики эксплуатации подвижного состава в различных условиях.

Основной проблемой при реализации системы стало преобразование классических аналитических подходов в алгоритмы, способные работать с ограниченным набором телеметрических параметров, передаваемых по каналам связи. Особое внимание было уделено разработке компенсационных механизмов, позволяющих нивелировать недостаток информации по сравнению с традиционными методами диагностики. На рисунке 1 представлен пример алгоритма удаленного контроля технического состояния ВАТС.

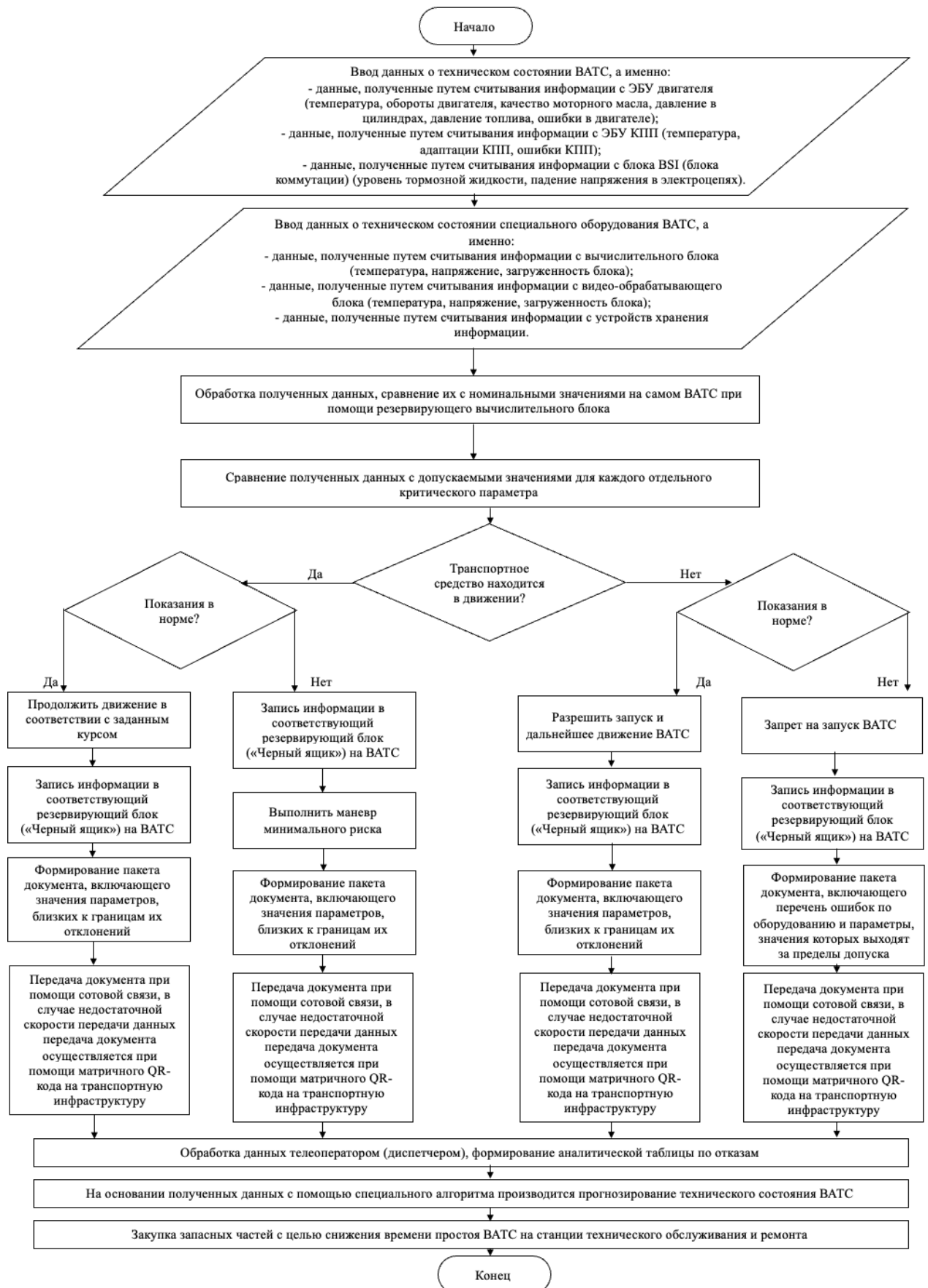


Рис. 1. Алгоритм удаленного контроля технического состояния БАТС

Безопасность функционирования высокоавтоматизированных транспортных средств требует комплексного мониторинга как механических узлов и агрегатов, так и электронных систем управления. Особое внимание необходимо уделять диагностированию вычислительных модулей, включающих специализированное программное обеспечение и нейросетевые алгоритмы обработки данных, поступающих от оптических сенсоров, лидарных и радиолокационных систем.

Предложенный алгоритм дистанционного мониторинга технического состояния ВАТС представляет собой инновационный подход, обеспечивающий оперативное диагностирование как базовых систем транспортного средства, так и специализированного оборудования, ответственного за реализацию функций автономного управления. Данная методика позволяет осуществлять непрерывный контроль работоспособности всех критически важных компонентов системы [7-9, 12].

Использование алгоритма удаленного контроля технического состояния беспилотных автотранспортных средств (ВАТС) можно обосновать следующими ключевыми аспектами

1. Повышение эффективности обслуживания и управления техническими системами. Автоматизированный мониторинг позволяет своевременно обнаруживать и устранять возможные неполадки, что сокращает время простоя системы и повышает её общую надёжность.

2. Экономия временных и материальных ресурсов. Удалённый контроль состояния ВАТС в режиме реального времени позволяет оперативно реагировать на отклонения без необходимости отправки специалистов на место, что значительно снижает затраты.

3. Повышение безопасности и надёжности ТС. Контроль технического состояния ВАТС из удаленной точки помогает предотвращать возможные аварии и улучшает общую безопасность технических систем.

4. Возможность прогнозирования и предотвращения последующих неисправностей. Постоянный мониторинг и анализ состояния ВАТС

позволяет выявлять потенциальные проблемы даже до их возникновения, что помогает предотвращать серьезные сбои и простои.

5. На основании прогнозирования технического состояния ВАТС встает вопрос об оптимизации процесса заказа запасных частей на основании информации, полученной при прогнозировании технического состояния ВАТС.

Таким образом, внедрение алгоритма дистанционного мониторинга технического состояния высокоавтоматизированных транспортных средств представляет собой обоснованное решение, обладающее значительным эксплуатационным потенциалом. Данная методика обеспечивает существенное повышение эффективности управления транспортными системами за счет реализации непрерывного диагностического контроля, экономию ресурсов, увеличению безопасности и надёжности, а также позволяет прогнозировать и предотвращать возможные неисправности беспилотных транспортных средств [16-17].

Заключение. Эксплуатация автоматизированных транспортных средств в различных условиях требует особых подходов к обеспечению их надежности и безопасности. Разработанный алгоритм удаленного контроля технического состояния автономных транспортных систем представляет собой комплексное решение, направленное на оперативную диагностику оборудования, прогнозирование потенциальных отказов и предотвращение аварийных ситуаций.

Применение данного подхода позволяет существенно повысить показатели эксплуатационной надежности за счет реализации системы превентивного обслуживания. Интеграция таких методов анализа, как «Дерево неисправностей», «Анализ видов и последствий отказов» и контрольных карт Шухарта, обеспечивает многоуровневую систему диагностирования, несмотря на имеющиеся ограничения каждого из методов в отдельности.

Таким образом, разработанный алгоритм удаленного контроля технического состояния ВАТС позволит повысить надежность транспортных средств, а также увеличить эффективность при их эксплуатации.

Список использованных источников

1. Овчаренко М. С. Анализ и прогноз состояния и уровня аварийности на дорогах Российской Федерации и пути по ее снижению // Научно-методический электронный журнал «Концепт». – 2024. – Т. 15. – С. 1661–1665. – URL. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://e-koncept.ru/2016/96251.htm>.
2. Аредова, А. К. Анализ смертности и травматизации от дорожно-транспортных происшествий в РФ / А. К. Аредова. — Текст : непосредственный // Молодой ученый. — 2020. — № 46 (336). — С. 466-468. — URL: <https://moluch.ru/archive/336/75010/> (дата обращения: 10.03.2025).
3. Бараковский В.В. О проблеме аварийности по причине эксплуатации транспортных средств с технически ми неисправностями и некоторых путях ее решения. // Современная наука. 2021; (3): 25–30.
4. Сафиуллин Р. Н., Сафиуллин Р. Р., Сорокин К. В. Метод оценки и прогнозирования технического состояния ресурсных элементов карьерных самосвалов на основе контрольных карт Шухарта // Горный информационно-аналитический бюллетень. – 2024. – № 7. – С. 111–124. DOI: 10.25018/0236_1493_2024_7_0_111.
5. Сафиуллин Р. Н., Сафиуллин Р. Р., Ефремова В. А. Метод комплексной оценки бортовых информационно-управляющих систем на горных машинах // Горный информационно-аналитический бюллетень. 2023. № 9-1. С. 49–63. DOI: 10.25018/0236-1493-2023-91-0-49.
6. Шибанов Д. А., Иванов С. Л., Емельянов А. А., Пумпур Е. В. Оценка показателей работоспособности карьерных экскаваторов в реальных условиях эксплуатации // Горный информационно-аналитический бюллетень. – 2020. – №10. – С. 86-94. DOI: 10.25018/0236-1493-2020-10-0-86-94.

7. Симонова Л., Егорова Е., Ахмадиев А. / Нейронные сети в производстве (статья)// (2022) Российские инженерные исследования, 2022, Том 42, № 3, с. 278-281.
8. Л. А. Симонова, Д. Н. Демьянов, А. А. Капитонов/ Интеллектуальная информационная система для формирования проектных ограничений в автомобильной промышленности // Российские инженерные исследования, 2020, Том 40, № 12, с. 1034-1038.
9. Малыгин И., Селиверстов Ю., Селиверстов С., Фахми С., Сильников М., Муксимова Р., Гергель Г., Чигур В. Мобильные технологии в интеллектуальных транспортных системах // Коммуникации в информатике. 2020. Т. 1140. С. 384-391.
10. Оценка повреждений в схемах распределительных устройств с различными типами высоковольтных выключателей, Назарычев А., Пугачев А., Сулыненков И., Материалы конференции AIR 2552, 050008 (2022), <https://doi.org/10.1063/5.0115558>
11. Курганов В. М., Грязнов М. В., Колобанов С. В. Оценка надежности функционирования экскаваторно-автомобильных комплексов в карьере // Записки Горного института. – 2020. – Т. 241. – С. 10-21. DOI: 10.31897/pmi.2020.1.10.
12. Селиверстов Я. А., Гергель Г. Ю., Селиверстов С. А., Никитин К. В., Развитие интеллектуальных транспортных систем на основе мобильных технологий и процедур анализа социальной активности городского населения // Научно-технические ведомости СПбГПУ. Информатика. Телекоммуникации. Управление. – 2018, – Т.11 – С.47–64. DOI: 10.18721/JCSTCS.11105.
13. Клебанов А.Ф., Будущее безлюдных технологий на открытых горных работах, Горная промышленность, №3, 2020.
14. Рудко, В. А. Научно-техническое обоснование возможности организации производства игольчатого кокса в России / В. А. Рудко, Р. Р. Габдулхаков, И. Н. Пягай // Записки Горного института. – 2023. – Т. 263. – С. 795-809. – EDN KYNHWL.

15. Борисов С. В., Колтунова Е. А., Кладиев С. Н. Совершенствование структуры имитационной модели тягового асинхронного электропривода рудничного электровоза // Записки Горного института. — 2021. — Т. 247. — С. 1–8. DOI: 10.31897/PMI.2021.1.12.
16. Brummelen V., O'Brien M., Gruyer D., Najjaran H. Autonomous vehicle perception: The technology of today and tomorrow // Transportation Research Part C: Emerging Technologies. 2018, vol. 89, pp. 384-406. DOI: 10.1016/j.trc.2018.02.012.
17. Lomazov V., Lomazov A., Petrosov D., Akupiyani O. Intelligent evaluation of implementation road infrastructure development program // Transportation Research Procedia. 2022, vol. 63, pp.1089-1094. DOI: 10.1016/j.trpro.2022.06.111.

Safiullin Ravill N, Empress Catherine II Saint Petersburg Mining University, St. Petersburg, Russia, safravi@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-8765-6461>

Sorokin Kirill V, Empress Catherine II Saint Petersburg Mining University, St. Petersburg, Russia, kiros_00@bk.ru, <https://orcid.org/0009-0006-3781-1407>

Nabiev Aydar R, Empress Catherine II Saint Petersburg Mining University, St. Petersburg, Russia, aydar.nabiev2004@mail.ru

METHODS OF REMOTE ASSESSMENT AND FORECASTING OF THE TECHNICAL CONDITION OF VEHICLES

Abstract. The article is devoted to the issues of increasing the efficiency and reliability of vehicle operation. The introduction of remote assessment and forecasting methods for the technical condition of vehicles is considered as an innovative approach. The analysis of methods for assessing the technical condition, including the "Fault Tree", "Analysis of the types and consequences of failures" and Schuhart control maps, with a detailed examination of their capabilities and limitations, is carried out. The use of remote monitoring and adaptive control systems can significantly improve the safety, operational reliability and economic efficiency of vehicles, as well as reduce the environmental burden when using them.

Keywords: highly automated vehicles, prediction of technical condition, remote assessment.

УДК621.895

Смирнова Н.Н., кандидат биологических наук, Набережночелнинский институт ФГАОУ ВО «Казанский (Приволжский) федеральный университет».

Маврин Г.В., зав.кафедрой химии и экологии, кандидат химических наук, Набережночелнинский институт ФГАОУ ВО «Казанский (Приволжский) федеральный университет».

Инюшева А.А., аспирант, Набережночелнинский институт ФГАОУ ВО «Казанский (Приволжский) федеральный университет».

ЭКОЛОГО-ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ РАЗРАБОТАННОЙ РЕЦЕПТУРЫ СМАЗОЧНО-ОХЛАЖДАЮЩЕЙ ЖИДКОСТИ

Аннотация: Исследование посвящено эколого-экономической эффективности применения разработанной рецептуры смазочно-охлаждающей жидкости (СОЖ), прошедшей лабораторные и производственные испытания. Выявлена эффективность применения нового типа СОЖ на операциях сверления и шлифования стали, алюминия. Определены экономическая оценка применения разработанной СОЖ в условиях Камского механического завода и предотвращённый экологический ущерб в открытый водоём реки Кама.

Ключевые слова: смазочно-охлаждающая жидкость, техносферная безопасность, экономическая оценка, предотвращённый экологический ущерб

Введение

Большинство современных технологических процессов обработки металлов в машиностроительных и металлургических производствах невозможно без применения смазочно-охлаждающих жидкостей (СОЖ), способствующих существенному увеличению стойкости инструмента, повышению производительности и качества обработки деталей.

Основой для большинства водорастворимых СОЖ служат индустриальные и минеральные масла различного строения. В качестве добавок используют синтетические эфиры, эмульгаторы, спирты, бактерициды, высокомолекулярные адгезивы[1].

Применение СОЖ в металлообработке

Металлообрабатывающая отрасль использует миллионы литров СОЖ ежегодно. Их утилизация становится серьезной проблемой. Отработанные СОЖ остаются одним из главных источников загрязнения окружающей среды – концентрация нефтепродуктов в них достигает 90 -100 г/дм³[2].

Недостатком практически всех марок, применяемых в настоящее время стандартных СОЖ являются риски, связанные с ухудшением здоровья станочников, снижением техносферной безопасности, потерей природных ресурсов.

Кроме того, современная промышленность сталкивается с ужесточением экологических норм. Водорастворимые СОЖ часто не соответствуют новым стандартам.

Возможные решения

Возможным решением данной проблемы является:

- переход к использованию экологически чистых СОЖ на основе минерального масла с использованием порошков оксидов металлов, которые имеют большую удельную поверхность и малые размеры частиц, что позволяет связать на молекулярном уровне компоненты СОЖ в устойчивую коллоидную систему;

- замена подачи СОЖ высоконапорной струёй на импульсивный метод подачи, который обеспечивает точное и экономичное применение СОЖ, снижая при этом её общий расход[3].

С целью снижения негативного воздействия на компоненты окружающей среды и здоровье людей, разработана экологически безопасная рецептура технологической жидкости, базовой основой которой является высокоочищенное рапсовое масло, обеспечивающее отличные смазывающие свойства. В качестве биоцидной присадки использован порошок оксида титана (используется в косметологии, предотвращает развитие бактерий и микроскопических грибов), порошок оксида алюминия введён для снижения шероховатости обрабатываемой поверхности и коэффициента трения[4]. Достоинством рецептуры является присутствие в ней натуральных ингибиторов

коррозии. Улучшенные показатели разработанной рецептуры представлены в табл.1.

Таблица 1. Улучшенные показатели СОЖ

| Биостойкость[5] | Токсичность | Коррозионное воздействие на металлы[6] |
|---|---|---|
| Показатель биостойкости улучшен на 95% по сравнению с эмульсионными СОЖ марки ЧВК | Разработанная рецептура не имеет токсичных компонентов (фенолов, аминов, нитрита натрия, тяжёлых металлов), что соответствует нормативу ISOClassA (Еco). Снижает риск негативного воздействия на здоровье человека и компоненты окружающей среды. | Сталь - 0 баллов, выдерживает. Алюминиевый сплав- 0 баллов, выдерживает. |

Производственные испытания по обработке стали 20Х проводились на вертикальном обрабатывающем центре с ЧПУ Millstar LV80, стойка CNC Камского механического завода (КМЗ). В качестве инструмента использовалось монолитное сверло. МС — это цельнометаллическое сверло, состоящее из единого корпуса с режущими кромками. Конструкция может предусматривать как внутренний, так и наружный подвод (СОЖ). Режим обработки код G83-сверления отверстий с полным выводом сверла из отверстия во время технологической операции сверления. Проведённые исследования показали, что применение исследуемой СОЖ при помощи импульсной подачи возможна на операциях сверления и шлифования, является более экологически чистой, однако, требует доработки новой системы подачи. Оценка производственной эффективности представлена на рис.1

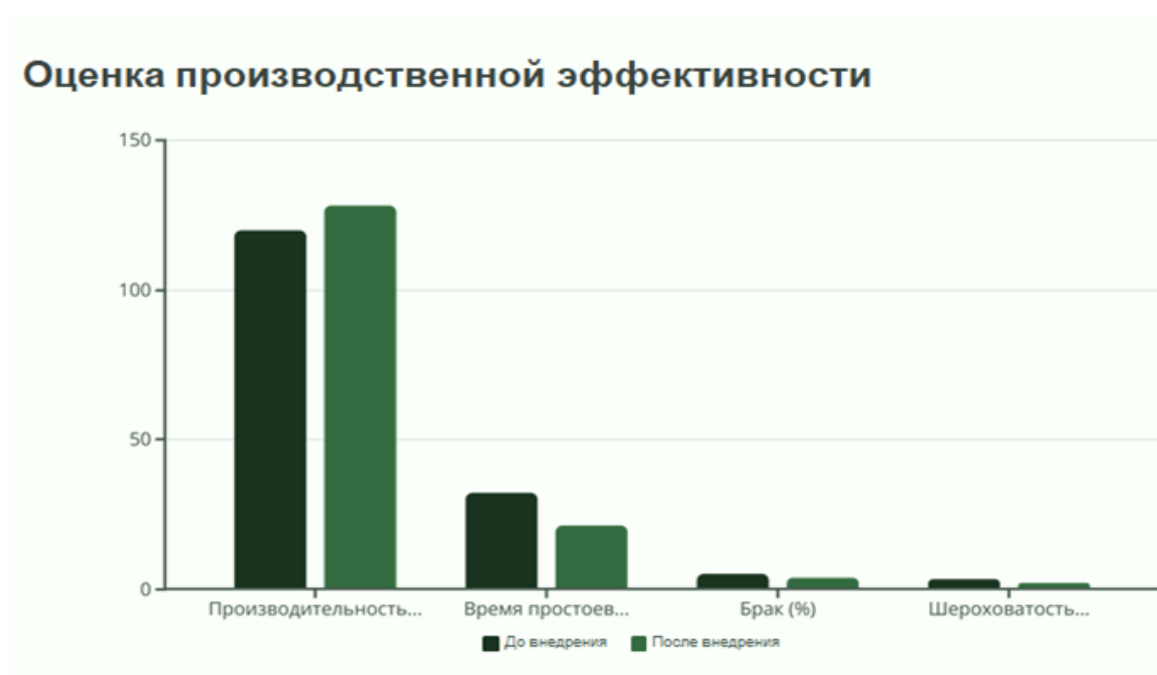


Рис.1 Оценка производственной эффективности.

Проведенные расчёты эколого-экономической эффективности для КМЗ от применения СОЖ новой рецептуры представлены в табл.2.

Таблица 2. Эколого-экономическая эффективность для КМЗ от применения СОЖ новой рецептуры.

| Снижение расхода на применение СОЖ | Экономия на утилизацию | Предотвращённый экологический ущерб р. Кама[7] |
|--|--|--|
| 43% Благодаря улучшенным смазывающим и антикоррозионным свойствам, замене вида подачи СОЖ, отсутствию корректировок биоцидами). | 100%(отсутствие СОЖ-содержащих сточных вод). | 2369898,98 руб. |

Выводы и рекомендации.

Ключевые достижения.

1. Создана экологически безопасная рецептура СОЖ, удовлетворяющая производственные требования на операциях шлифования и сверления.

2. Показано снижение негативного воздействия предлагаемой СОЖ на окружающую среду и здоровье станочников.
3. Доказана экономическая эффективность внедрения разработанной рецептуры СОЖ на предприятии.

Рекомендации по внедрению.

1. Начинать с пилотного участка на предприятии.
2. Проводить обучение персонала новым регламентам.
3. Внедрить систему мониторинга экологических показателей.

Список использованных источников

1. Макарова И.А., Бузаева М.В., Давыдова О.А., Климов Е.С. Модифицирование смазочно-охлаждающей жидкости функционализированными углеродными трубками Вестник ЮУрГУ. Серия «Химия». 2015. Т. 7, № 3. С. 5–10.
2. Макарова И.А, Фаизов Р.Р., Бузаева М.В, Давыдова О.А., Климов Е.С. Фомин А.Н. Утилизация наномодифицированной дисперсии смазочно-охлаждающей жидкости с применением природных сорбентов. Вестник ЮУрГУ. Серия «Химия». 2017. Т. 9, № 2. С. 5–12
3. Инюшева А.А., Смирнова Н.Н., Маврин Г.В. Эффективность разработки и применения природоохранных рецептур смазочно-охлаждающих жидкостей нового типа в автомобилестроении. Вестник КГТУ им. А.Н. Туполева. 2024. № 1. - С.25-31.
4. Смирнова Н.Н., Шарафтудинов Р.Н., Маврин Г.В. Социально- гигиенические и экономические последствия разработки и применения природоохранных и рецептур новых СОЖ. / Ермаковские чтения в Набережных Челнах. Культурно-историческая и социально-экономическая динамика регионов: вызовы и возможности [Электронный ресурс]: сборник докладов III Международной научно-практической конференции.
5. ГОСТ 9.085-78 Единая система защиты от коррозии и старения ЖИДКОСТИ СМАЗОЧНО-ОХЛАЖДАЮЩИЕ Методы испытаний на биостойкость. [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://clck.yandex.ru/redir/nWO_r1F33ck?data=NnBZTWRhdFZKOHRaTEN

[SMFc4S0VQR2xSbXgya1BtWWpFRVd5aXZZZ3R6LXdxQ3BOMDVvMFhWVm9vdG5FR0hENFhkZ2FKVWtDMUyZTdvbXZ5WGdSNWpXcHNTeFBkYWpkQy1MSVg0amhhUDRuU0R5bThXWkdYS050R196aHlzVHRyS3U2cDZHaE5LdEVMSDNCS0FEUGlB&b64e=2&sign=905cee5d9b4915fc831d0a4b0fbee070&keyno=17](https://smfc4s0vqr2xsbxgya1btwwpfrvd5axzzz3r6lxdxq3bomdvvmfhwvm9vdg5fr0hENFhkZ2FKVWtDMUyZTdvbXZ5WGdSNWpXcHNTeFBkYWpkQy1MSVg0amhhUDRuU0R5bThXWkdYS050R196aHlzVHRyS3U2cDZHaE5LdEVMSDNCS0FEUGlB&b64e=2&sign=905cee5d9b4915fc831d0a4b0fbee070&keyno=17) (дата обращения 01.02 2024).

6. ГОСТ Р 9.905 2007 (ИСО 7384:2001, ИСО 11845:1995) Единая система защиты от коррозии и старения. МЕТОДЫ КОРРОЗИОННЫХ ИСПЫТАНИЙ. Москва. Стандартиформ - 2007, 20 С.

7. Методика исчисления размера вреда, причинённого водным объектам вследствие нарушения водного законодательства (утв. приказом Минприроды России от 13 апреля 2009 г. N 87. С изменениями и дополнениями от: 31 января 2014 г., 26 августа 2015 г. [Электронный ресурс]. Режим доступа: www.consultant.ru (дата обращения 17.12.2024).

Smirnova N.N., Candidate of Biological Sciences, Naberezhnye Chelny Institute, Kazan (Volga Region) Federal University.

Mavrin G.V., Candidate of Chemical Sciences, Associate Professor, Naberezhnye Chelny Institute (branch) Kazan (Volga Region) Federal University

Inyusheva A.A., postgraduate student, Naberezhnye Chelny Institute, Kazan (Volga Region) Federal University.

ECOLOGICAL AND ECONOMIC EFFICIENCY OF USING THE DEVELOPED FORMULATION OF COOLING LUBRICANT

Abstract: The study is devoted to the environmental and economic efficiency of using the developed formulation of a lubricating and cooling liquid (COOLANT) that has passed laboratory and production tests. The effectiveness of using a new type of coolant in drilling and grinding operations of steel and aluminum has been revealed. The economic assessment of the application of the developed coolant in the conditions of the Kama Mechanical Plant and the prevented environmental damage to the open reservoir of the Kama River are determined.

Keywords: lubricating and cooling liquid, technosphere safety, economic assessment, prevented environmental damage.

УДК:628.34.001.57

Холматов У.С., доцент кафедры «Транспортная логистика», Андижанский государственный технический институт, г. Андижан, Республика Узбекистан, E-mail: umid.xolmatov.76@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-2295-502X>

ХАРАКТЕРИСТИКИ ОПТОЭЛЕКТРОННЫХ ДИСКРЕТНЫХ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ ПЕРЕМЕЩЕНИЙ С ПОЛЫМИ И ВОЛОКОННЫМИ СВЕТОВОДАМИ

Аннотация. В данной статье рассматриваются вопросы оптоэлектронных дискретных преобразователей (ОДП) любого типа - продольного или поперечного перемещения внешнего модулирующего тела (ВМТ). В связи с развитием таких важных отраслей экономики, как машиностроение, металлургия, нефтегазовая, химическая, промышленная, строительная, пищевая промышленность и других, актуально их оснащение современными дискретными преобразователями перемещения, позволяющими контролировать и управлять такими важными величинами, как уровень жидкости, скорость и расход потоков газов и жидкостей, а также автоматизировать процессы автоматического учета штучных изделий, продукции, товаров, заготовок и полуфабрикатов, что позволяет объективно анализировать хозяйственную деятельность предприятий и планировать их дальнейшее развитие.

Ключевые слова: источника излучения, приемника излучения, измерительной схемы, световод, волоконные световоды, операционные усилители.

Введение. Статическая характеристика ОДПВ является зависимостью в установившемся состоянии между значениями входного $X_{вх}$ и выходного $X_{вых}$ сигналов. Особенностью конструкций ОДПВ является наличие следующих основных элементов: источника излучения (ИИ); приемника излучения (ПИ); световода (полого или волоконного) (СВ); измерительной схемы (ИС) с формирователем выходного сигнала, которые в зависимости от принципа построения ОДПВ соединены определенным образом для выполнения необходимой функции преобразования. На основе вышеизложенного можно констатировать, что статическая характеристика любого ОДПВ определяется параметрами всех указанных элементов и в дальнейшем анализ статических характеристик ОДПВ будет осуществляться как с учетом их математических моделей, так и видом измерительных схем [1, 2, 5, 6].

Методы. В ОДПВ релейного типа промежуточный непрерывный сигнал (рис.1, а) преобразуется в выходной дискретный сигнал (рис.1, б).

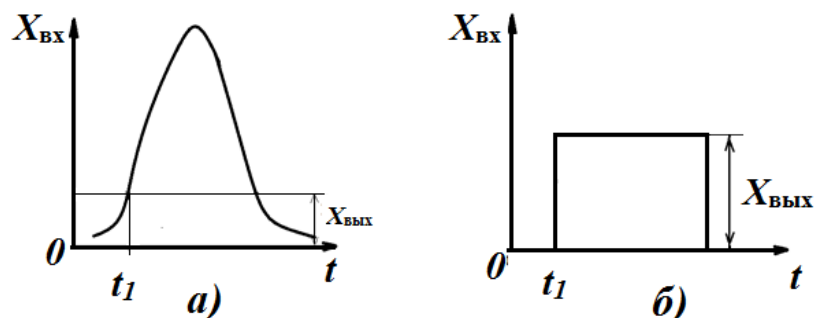


Рис.1. Дискретные сигналы релейного типа.

В ОДПВ импульсного типа входные сигналы преобразуются в последовательности импульсов (рис.2).

В ОДПВ сигнал аналого-цифрового типа преобразуется в выходной цифровой сигнал на основе геометрического кодирования.

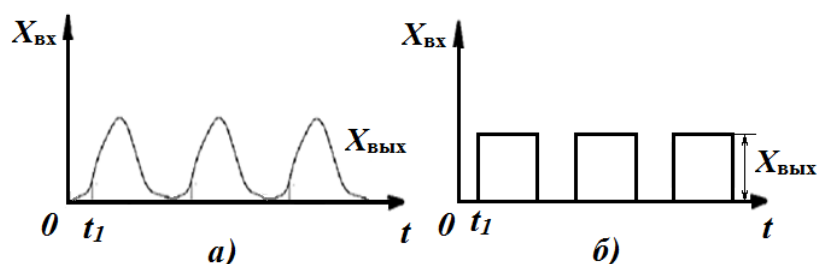


Рис.2. Дискретные сигналы импульсного типа.

Таким образом, статическая характеристика ОДПВ определяется последовательным преобразованием входной величины в непрерывный сигнал последующим преобразованием в соответствующий дискретный сигнал. Для формирования статической характеристики ОДПВ существенную роль играют измерительные схемы в виде делительных или мостовых схем [3, 4, 7, 8] в плечи которых включаются различные приемники излучения: фоторезисторы, фотодиоды, и другие. Например, в мостовой измерительной схеме рис.3 в, одним из основных плеч является фоторезистор с сопротивлением $R_{фр1}$, а в другое плечо (смежное) обычно включается компенсационный фоторезистор $R_{фр2}$ для компенсации различных внешних неинформативных воздействий (например,

изменения температуры окружающей среды, фоновые засветки и другие). В другие плечи мостовой измерительной схемы включены постоянные электрические сопротивления R_3 и R_4 [9, 10, 13, 14]

Для получения стандартного выходного сигнала в измеряемом диапазоне в виде электрического тока от 0 до 5 мА или в виде электрического напряжения от 0 до 2 В выход мостовой схемы подключен на вход операционного усилителя ОУ [11, 12].

Для расчета выходного напряжения $U_{вых}$ мостовой схемы (рис.3, в) используется формула

$$U_{вых} = U_M \frac{R_{фр1}R_4 + R_{фр2}R_3}{[R_{фр1} + R_{фр2}](R_3 + R_4)}, \quad (1)$$

где: U_M – напряжение питания мостовой схемы.

В исходном состоянии измерительная схема находится в равновесии ($U_{вых}=0$), так как $R_{фр1} = R_{фр2} = R_{фр3} = R_{фр4}$. При перемещении внешнего модулирующего тела происходит перераспределение светового потока, что приводит к изменению значения $R_{фр1}$. Если $R_{фр1}$ изменится на величину $R_{фр1} \cdot \varepsilon_1$, то формулу (1) можно переписать в виде:

$$U_{вых} = U_M \frac{R_{фр1}(1 + \varepsilon_1) + R_{фр2}R_3}{[R_{фр1}(1 + \varepsilon_1) + R_{фр2}](R_3 + R_4)}, \quad (2)$$

где: $\varepsilon_1 = \Delta R_{фр1} / R_{фр1}$ – относительное изменение сопротивления плеча $R_{фр1}$;

$$\Delta R_{фр1} = R_{фр1}(x) - R_{фр1}(x = 0)$$

Значения сопротивлений $R_{фр1}(x)$ определяются по характеристике $R_{фр1} = f[\Phi_0(x)]$ для конкретных конструкций ОДПВ с учетом изменений $\Phi_0(x)$ при перемещении внешнего модулирующего тела [15, 16].

Выражение (2) можно преобразовать путем деления последовательно на $R_{фр2}$ и R_4

$$U_{вых} = U_M \frac{K\varepsilon_1}{(K + 1)(K + 1 + K\varepsilon_1)}, \quad (3)$$

где: $K = R_{\text{фр1}} / R_{\text{фр2}} = R_3 / R_4$ – коэффициент симметрии мостовой измерительной схемы.

При относительно небольших изменениях сопротивления $R_{\text{фр1}} (\varepsilon_1 \ll 1)$ выражение статической характеристики можно представить в виде

$$U_{\text{вых}} = U_{\text{М}} \frac{K \varepsilon_1}{(K + 1)^2} \quad (4)$$

Аналогично для делительной схемы (рис.1, а) выходное напряжение $U_{\text{вых}}$, если R_1 является сопротивлением приемника излучения (фоторезистора или фотодиода) равно:

$$U_{\text{вых}} = \frac{U_{\text{М}} \cdot K \varepsilon_1}{R_1 + R_2} \quad (5)$$

При изменении $\Phi_0(x)$ сопротивление приемника излучения изменится на $R_1 \varepsilon_1$ и станет равным $R_1(1 + \varepsilon_1)$, что приводит к изменению $U_{\text{вых}}$

$$U_{\text{вых}} = \frac{U_{\text{М}}}{R_1(1 + \varepsilon_1) + R_2} R_1(1 + \varepsilon_1) - \frac{U_{\text{М}} \cdot R_1}{R_1 + R_2} \quad (6)$$

или

$$U_{\text{вых}} = U_{\text{М}} \frac{k \varepsilon_1}{(k + 1)(k + 1 + k \varepsilon_1)}, \quad (7)$$

что аналогично выражению (3), то есть формулы для мостовой и делительной схем одинаковы.

Если в плечи делительной или мостовой схем при дифференциальной конструкции ОДПВ включаются два приемника излучения, при этом при воздействии входной величины $x_{\text{вх}}$ сопротивление одного плеча, например R_1 будет увеличиваться и станет равным $R_1(1 + \varepsilon_1)$ и сопротивление плеча R_2 уменьшится и будет равным $R_2(1 + \varepsilon_2)$, то формула выходного напряжения примет вид (рис.3, в):

$$U_{\text{вых}} = U_{\text{М}} \frac{k}{(k + 1)} \cdot \frac{\varepsilon_1 + \varepsilon_2}{k + 1 + k \varepsilon_1 - \varepsilon_2}, \quad (8)$$

при $k \approx 1$; $\varepsilon_1 \ll 1$ и $\varepsilon_2 \ll 1$ можно записать

$$U_{\text{вых}} = U_M \frac{k}{(k+1)^2} \cdot (\varepsilon_1 + \varepsilon_2) \quad (9)$$

Результаты и обсуждение Анализ характеристик мостовых схем показывает, что с точки зрения нелинейности, наиболее предпочтительны схемы с двумя и с четырьмя приемниками излучения в плечах схем (рис.3, г).

В связи с тем, что рассматриваемые ОДПВ используются в приборах со встроенными микропроцессорами для согласования выхода ОДПВ с микропроцессором необходима предварительная обработка выходного сигнала: усиление, преобразование выходного напряжения, подавление помех и другое [17, 18].

Одним из важнейших элементов предпроцессорной обработки сигналов ОДПВ являются операционные усилители ОУ (рис.3, г). При этом с помощью операционных усилителей эффективно осуществляется повышение чувствительности статических характеристик ОДПВ и дальнейшее преобразование в дискретную форму.

Для дальнейших расчетов необходимо определить относительные значения e_I в зависимости от изменения суммарного светового потока $\Phi_0(x)$, падающего на приемник излучения преобразователя [19, 20, 21].

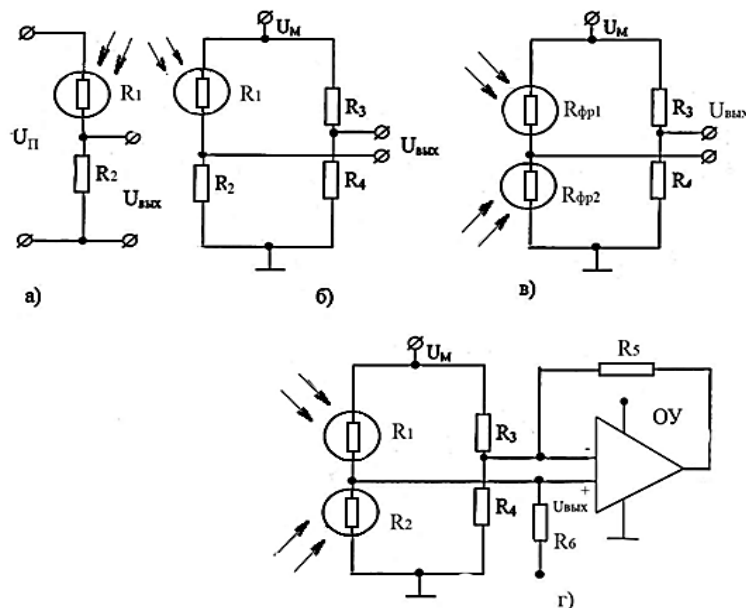


Рис.3. Измерительные схемы ОДПВ: а - делительная; б, в, г – мостовые.

Проанализируем делительную измерительную схему показанную на рис.4, которая аналогична схеме на рис.3, а и может быть рассмотрена как цепочка, состоящая из последовательно соединенных сопротивлений R_2 и $R_{\text{фр1}}$, на которую подается как на всю мостовую схему напряжение питания U_M . В этом случае напряжение $U_{\text{вых}}$ на сопротивлении $R_{\text{фр1}}$ можно найти из выражения:

$$U_{\text{вых}} = U_M - I_{\text{ц}} * R_{\text{фр1}} = R_3 * I_{\text{ц}}, \quad (10)$$

где: U_M - напряжение, приложенное к делителю, $I_{\text{ц}}$ - ток в цепи делителя.

Так как величина фототока $I_{\text{ф}}$ есть функция светового потока $\Phi_0(x)$, падающего на приемник излучения и при малых значениях светового потока эта зависимость линейная, то можно записать

$$I_{\text{ф}} = S_{\text{фр1}} * \Phi_0(x), \quad (11)$$

где: $S_{\text{фр1}}$ - интегральная чувствительность $R_{\text{фр1}}$.

Так как величина темнового тока приемника излучения I_T мала по сравнению с $I_{\text{ф}}$, то можно записать:

$$I_T = I_{\text{ф}} \quad (12)$$

с учетом последнего можно записать:

$$\frac{U_M - I_{\text{ф}} R_3}{I_{\text{ф}}} = R_{\text{фр1}} \quad (13)$$

или

$$\frac{U_M}{I_{\text{ф}}} - R_3 = R_{\text{фр1}} \quad (14)$$

Подставив значения $I_{\text{ф}}$ при $x = X_{\text{мин}}$ находим следующее

$$\frac{U_M}{\Phi_0(X_{\text{мин}})} - R_3 = R_{\text{фр1}}(X_{\text{мин}}) \quad (15)$$

при $x = X$,

$$\frac{U_M}{\Phi_0(X)} - R_3 = R_{\text{фр1}}(X) \quad (16)$$

Отсюда можно записать выражение для $\Delta R_{\text{фр1}}$:

$$\Delta R_{\text{фр1}} = R_{\text{фр1}}(X_{\text{мин}}) - R_{\text{фр1}}(X) = U_m / S_{\text{фр1}} * \left[1 / \Phi_0(X_{\text{мин}}) - 1 / \Phi_0(X) \right], \quad (17)$$

и

$$\begin{aligned} \varepsilon_1 &= \Delta R_{\text{фр1}} - R_{\text{фр1}}(X_{\text{мин}}) \\ &= 1 - \Phi_0(X_{\text{мин}}) / \Phi_0(X) \\ &\quad * 1 / \left\{ 1 - S_1 * \Phi_0(X_{\text{мин}}) * R_3 / U_M \right\} \end{aligned} \quad (18)$$

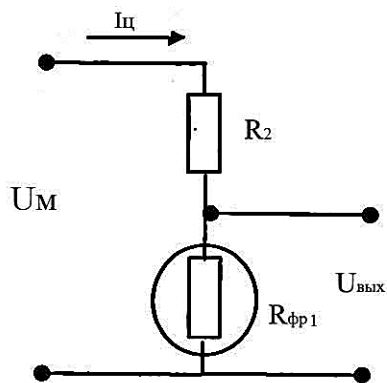


Рис.4. Делительная измерительная схема ОДПВ.

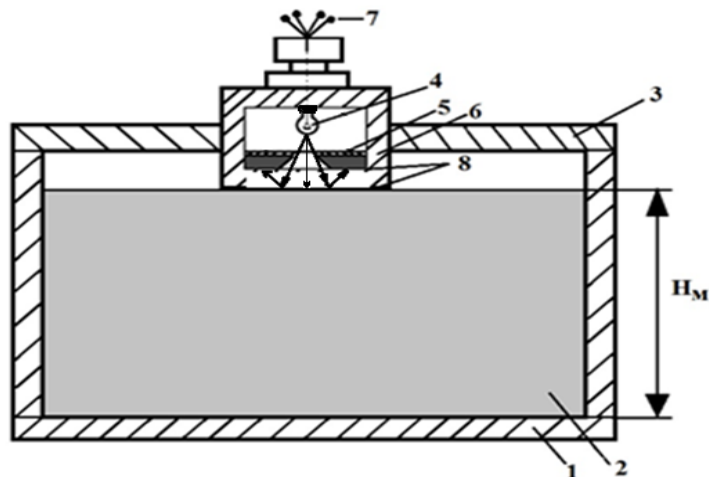


Рис.5. ОДПВ на основе полого световода для дискретного контроля максимального уровня жидкости. 1 – резервуар; 2 – жидкость; 3 – крышка резервуара; 4 – источник излучения; 5 – приемник излучения; 6 – полый световод; 7 – выводные провода; 8 – защитное стекло.

$$U_{\text{вых}} = U_n \frac{K}{(K+1)^2} \cdot \frac{\Delta R_{\text{фр}}}{R_{\text{фр}}} \quad (19)$$

K – Коэффициент симметрии моста.

Рассмотрим статическую характеристику ОДПВ с СИИ и полым световодом при продольном перемещении ВМТ, физическая модель которого представлена на рис.5 при его использовании для контроля дискретного уровня жидкости в резервуаре [5, 10, 15, 16].

Исследования и расчет по формулам $\Phi_{\Sigma} = \Phi_{\text{нр1}} + \Phi_{\text{отр2}}$ и $S(x) = S_{\text{сектора}} - S_{\Delta}$ показали, что график изменения статической характеристики $\Phi_0 = f(H)$ имеет вид показанный на рис.6, а.

Участок А (рис.6, а) статической характеристики составлял $4 \cdot 10^{-3}$ м, а участок В составлял $6 \cdot 10^{-3}$ м. Чувствительность преобразователя на основе ОДПВ определяется из выражения (20) [17, 18].

$$K = \frac{\pi D_0^2}{2x_0} \left(1 + \frac{x}{x_0} \right), \quad (20)$$

Анализ формулы (20) показывает, что для повышения чувствительности ОДПВ на основе полого световода необходимо увеличить D_0 и уменьшить x_0 .

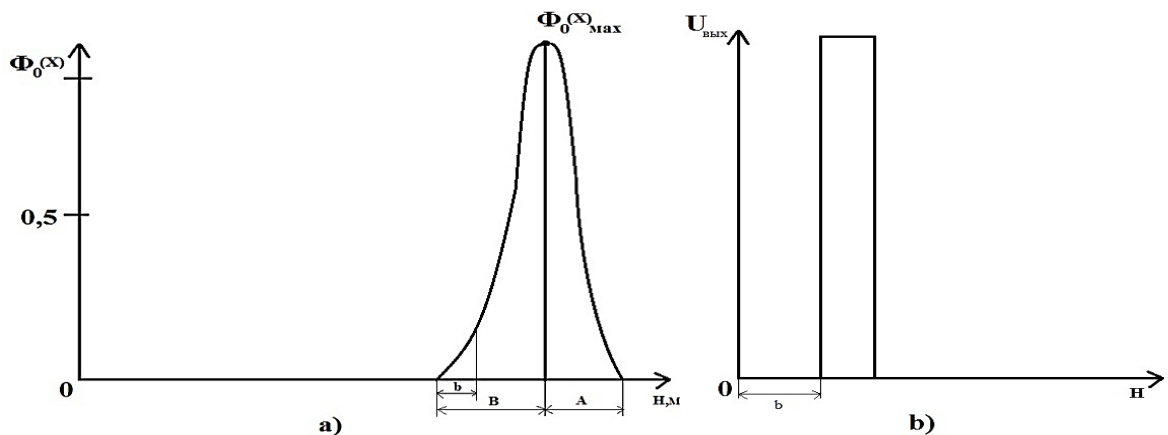


Рис.6. Статическая характеристика ОДПВ (а) и её дискретный вид (б) для контроля максимального уровня жидкости.

Вывод. Статические характеристики оптоэлектронных дискретных преобразователей определяются на основе совместного рассмотрения, конструкций преобразователей с полыми и волоконными световодами и соответствующей измерительной схемой с приемником излучения. Показано, что в оптоэлектронных

дискретных преобразователях перемещений преимущественно используются делительные и мостовые измерительные схемы. Получены статические характеристики релейных оптоэлектронных дискретных преобразователей с сосредоточенными источниками излучения на основе полых и волоконных световодов при продольных и поперечных перемещениях внешнего модулирующего тела.

Список использованных источников

1. Kholmatov U. et al. Static and dynamic characteristics of optoelectronic discrete converters for automatic measurement of displacements and dimensions //EPJ Web of Conferences. – EDP Sciences, 2025. – Т. 321. – С. 03001.
2. Kholmatov U. S. et al. Characteristics of optoelectronic discrete displacement converters with hollow and fiber light guides //E3S Web of Conferences. – EDP Sciences, 2024. – Т. 471. – С. 06015.
3. Шипулин Ю. Г. и др. Оптоэлектронный преобразователь для автоматических измерений перемещений и размеров //Мир измерений. – 2013. – №. 1. – С. 41-43.
4. Алматаев О. Т. и др. Оптоэлектронные преобразователи рефлексивного типа для автоматизации жидкостных и газовых поверочных расходомерных установок //Механика. Научные исследования и учебно-методические разработки. – 2014. – №. 8. – С. 27-34.
5. Хамдамов Б. М. и др. Интеллектуальный оптоэлектронный прибор для контроля расхода воды в открытых каналах //Наука. Образование. Техника. – 2015. – №. 2. – С. 72-82.
6. Жумаев О. А. и др. Задачи разработки и проектирования оптоэлектронных преобразователей для газомерных установок //Вестник Курганского государственного университета. – 2015. – №. 3 (37). – С. 113-116.
7. Азимов Р. К. и др. Морфологический метод структурного проектирования оптоэлектронных преобразователей на основе полых и волоконных световодов (ОЭГТВС) //Современные материалы, техника и технологии в машиностроении». III Международная научно-практическая конференция. – 2016. – С. 15-19.

8. Kholmatov U. The Possibility of Applying the Theory of Adaptive Identification to Automate Multi-Connected Objects //The American Journal of Engineering and Technology. – 2022. – Т. 4. – №. 03. – С. 31-38.
9. Холматов У. С. Исследования математической модели волоконно-оптического датчика при продольном и поперечном перемещениях // Научно-технический журнал «Машиностроение». – 2022. – №. 1. – С. 78-85.
10. Kholmatov U. Optimization of Mathematical Model of Optoelectronic Discrete Displacement Converter // Scientific and Technical Journal Machine Building. – 2022. – №. 2. – С. 74-82.
11. Kholmatov U. Determination of the Main Characteristics of Optoelectronic Discrete Displacement Transducers with Hollow and Fiber Fiber //Scientific And Technical Journal Machine Building. – 2022. – №. 4. – С. 160-168.
12. Холматов У. С. Определение основных и статические характеристики оптоэлектронных дискретных преобразователей перемещений с полыми и волоконными световодами // Научно-технический журнал «Машиностроение». – 2022. – №. 5. – С. 711-719.
13. Холматов У. С. Определение основных теории адаптивной идентификации для автоматизации многосвязных объектов //Namangan muhandislik texnologiya instituti Ilmiy-Texnika Jurnal. – 2022. – №. 1/7. – С. 544-550.
14. Kholmatov U. Intelligent discrete systems for monitoring and control of the parameters of technological processes on the basis of fiber and hollow fiber //Monograph. – 2022. – С. – 2022. – С. 5-114
15. Шипулин Ю. Г., Холматов У. С. Интеллектуальные дискретные системы для контроля и управления параметрами технологических процессов на основе волоконных и полых световодов //Монография, Андижан.–2018.–С. – 2018. – С. 1-140.
16. Холматов У. С. Статические характеристики оптоэлектронных дискретных преобразователей для автоматического измерения перемещений и размеров // Научно-технический журнал «Машиностроение». – 2023. – №. 2. – С. 190-201.

17. Холматов У. Статические характеристики оптоэлектронных дискретных преобразователей перемещений с полыми и волоконными световодами //Научно-технический журнал «Машиностроение». – 2024. – Т. 1. – №. 1. – С. 128-135.
 18. Холматов У. С. Расширение теории адаптивной идентификации применительно к многосвязным объектам // Научно-технический журнал «Машиностроение». – 2023. – №. 1. – С. 376-382.
 19. Холматов У. С. Характеристики основных теории адаптивной идентификации для автоматизации многосвязных объектов //International Journal of Education, Social Science & Humanities. – 2024. – Т. 12. – №. 4. – С. 1360-1369.
 20. Холматов У. С. Основы характеристики теории адаптивной идентификации для автоматизации многосвязных объектов //International Journal of Education, Social Science & Humanities. – 2024. – Т. 12. – №. 5. – С. 1515-1523.
 21. Zhumaev O. A. et al. Problems of Optoelectronic Transducers for Gas-Measuring Installations Design and Development //Вестник. – С. 113.
-

Kholmatov Umid Sadirdinovich Associate Professor of the Department of Transport Logistics, Andijan State Technical Institute, Andijan, Republic of Uzbekistan, Email: umid.xolmatov.76@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-2295-502X>

CHARACTERISTICS OF OPTOELECTRONIC DISCRETE DISPLACEMENT CONVERTERS WITH HOLLOW AND FIBER OPTICAL GUIDES

Abstract. This article discusses the issues of optoelectronic discrete converters (ODC) of any type - longitudinal or transverse displacement of the external modulating body (EMB). In connection with the development of such important sectors of the economy as mechanical engineering, metallurgy, oil and gas, chemical, industrial, construction, food industries and others, it is relevant to equip them with modern discrete displacement converters that allow monitoring and controlling such important quantities as liquid level, speed and flow rate of gases and liquids, as well as automate the processes of automatic accounting of individual items, products, goods, blanks and semi-finished products, which allows objectively analyzing the economic activity of enterprises and planning their further development.

Key words: radiation source, radiation receiver, measuring circuit, optical fiber, optical fibers, operational amplifiers.

УДК 656.08; 614.86

*Челтыбашиев А.А., к.п.н., доцент, заведующий кафедрой строительства, энергетики и транспорта, ФГАОУ ВО «Мурманский арктический университет»,
cheltybashevaa@mauniver.ru*

*Баринов А.С., старший преподаватель кафедры строительства, энергетики и транспорта, ФГАОУ ВО «Мурманский арктический университет»,
barinovas@mauniver.ru*

СНИЖЕНИЕ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ТРАВМАТИЗМА ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ ГОРНОГО ТРАНСПОРТА

Аннотация: В работе описаны проблемы горнопромышленного комплекса, связанные с производственным травматизмом при эксплуатации горного транспорта. Приведен пример внедрения инновационных технических решений для повышения уровня безопасности при эксплуатации горного транспорта. Представлены результаты после внедрения системы диспетчеризации при эксплуатации горного транспорта. Сделаны выводы о влиянии внедрения инновационных технических решений и новых организационно-технических мероприятий на производственный травматизм при эксплуатации горного транспорта.

Ключевые слова культура безопасности, производственный травматизм, горный транспорт.

Введение. Анализ ситуации с производственным травматизмом свидетельствует, что позитивная динамика 2015-2024 гг., фиксируемая в рамках всероссийского мониторинга социально-трудовой сферы, не адекватно отражает реальную ситуацию в области безопасности труда работников горных предприятий. Позитивную динамику иллюстрируют, прежде всего, абсолютные показатели, связанные с количеством несчастных случаев, при этом они напрямую коррелируют с динамикой изменения численности трудовых ресурсов. Динамика относительных показателей, характеризующих тяжесть несчастных случаев, имеет негативный характер, что свидетельствует о сокрытии легких и регистрации, преимущественно, тяжелых травм.

Состояние проблемы. Стратегия «реактивного» реагирования в рамках традиционной системы управления безопасностью труда работников, ориентированной, в первую очередь, на компенсацию негативных последствий

несчастных случаев, не способствует устранению системных причин их возникновения и, как следствие, не приводит к позитивным изменениям уровня травматизма. На основе этого можно сделать вывод, что государственная система наблюдения за состоянием условий и охраны труда не соответствует целям, задачам и функциям созданной системы управления профессиональными рисками.

Основная цель управления рисками в сфере безопасности труда заключается в обеспечении соответствующих мер контроля и зачастую не направлена на профилактику травматизма. Это позволяет говорить, что в настоящее время отсутствует система формирования культуры безопасности труда на промышленных предприятиях. Хотя в ряде предприятий горнодобывающей отрасли создается определенная среда, под действием которой должна формироваться личность безопасного типа, несущая в себе определенные специфические качества.

Так, передовые горнодобывающие компании давно пришли к необходимости практической реализации концепции культуры безопасности на рабочих местах. В качестве примера рассмотрим ПАО «ГМК «Норильский никель», где строго соблюдают правила промышленной безопасности, проводят просветительную работу в вопросах охраны труда и применяют инновационные решения. В ПАО «ГМК «Норильский никель» действуют 17 корпоративных стандартов минимизации рисков. Один из них — корпоративный стандарт по расследованию несчастных случаев на производстве [1].

Специфика сектора добычи руды — это высокая степень механизации, где в рабочей зоне километровых горизонтах горных рудников одновременно перемещается большое количество крупногабаритных машин и огромные объемы сырья, которые могут стать причиной травматизма [2]. Для успешной реализации концепции культуры безопасности необходимо не только оценить производственные риски, но и внедрять инновационные технические решения и новые организационно-технические мероприятия.

Материалы и методы исследования. В качестве примера, приведем оптимизацию обеспечения безопасности рабочей зоны с целью предупреждения

возможных инцидентов за счет установки видеорегистраторов и парктроники с системой «антинаезд».

Приведенные решения повысили контроль за процессом эксплуатации горной техники, что оказало влияние на снижение производственного травматизма.

Результаты и оценка эффективности. Ситуация по травматизму, в ПАО «Норильский Никель» после внедрения описанных мер, показала положительную динамику, которая далеко не в полной мере отражает реальную картину в области безопасности труда (см. табл. 1).

FIFR — показатель частоты несчастных случаев на производстве со смертельным исходом.

LTIFR — суммарное рабочее время, потерянное в результате полученных травм.

Внедрение нового корпоративного стандарта по организации расследования всех несчастных случаев на производстве, начиная с 2021 года, а также оснащение горной техники видеорегистраторами, и парктрониками с системой «антинаезд» позволил серьезно снизить показатели смертельного травматизма [6].

Таблица 1 – Основные показатели по травматизму для ПАО «ГМК «Норильский никель» за временной период 2018-2022 гг. [3;4;5]

| Показатель | 2018 | 2019 | 2020 | 2021 | 2022 |
|--|-------|-------|-------|-------|------|
| FIFR (учет с 2013 г.) | 0,05 | 0,08 | 0,08 | 0,1 | 0,03 |
| LTIFR (учет с 2013 г.) | 0,23 | 0,32 | 0,20 | 0,38 | 0,57 |
| Общее количество страховых несчастных случаев | 32 | 44 | 31 | 53 | 70 |
| Количество страховых несчастных случаев, со смертельным исходом (из них от самоходной техники) | 6 (3) | 9 (4) | 9 (3) | 11(3) | 4(2) |
| Количество микротравм (КМ) (учет с 2013 г.) | 1043 | 1000 | 788 | 314 | 187 |
| Количество потенциально опасных происшествий (КПОП) (учет с 2014 г.) | 2270 | 2220 | 1751 | 789 | 437 |

Положительной динамике способствовала не только разъяснительная работа среди работников, которая позволила сформировать у персонала понимание важности своевременного информирования администрации о потенциально опасных происшествиях и микротравмах, но и новый подход активного управления безопасностью на основе принципов культуры безопасности. В результате произошло снижение количества случаев с тяжелыми последствиями. Однако, до сих пор главной причиной смертельных несчастных случаев являются горные машины (от 27,3% до 50%) от общего количества [6].

Для решения этой проблемы необходимо принимать серьезные меры по повышению культуры безопасности при работе с горными машинами и механизмами, для чего необходимо переходить на проактивную систему управления безопасностью на предприятии, направленную на профилактику и предотвращение несчастных случаев, т.к. очевидно, что существующий подход не может устранить системные причины возникновения несчастных случаев различной тяжести на рабочих местах и не снижает уровень профессионального травматизма [7].

Для успешного решения данной проблемы необходимо больше внимания уделять формированию культуры безопасности, которая заключается в изменении общего стиля поведения и формирования определенной среды, позволяющей снизить производственные риски и профессиональный травматизм.

Поэтому, первоочередными должны стать мероприятия по определению порядка и процедуры доступа к информации об уровнях потенциальных производственных рисков в организации (компании). Информация должна быть достоверной, актуальной, научно-обоснованной, с учетом влияния производственных рисков на здоровье человека и возможного его повреждения, а также сопутствующего ущерба окружающей среде.

Выводы.

Снижение производственного травматизма является приоритетной задачей для обеспечения устойчивого развития России. Для предприятий горной промышленности особенно актуально разрабатывать стратегии обеспечения

безопасной эксплуатации горных машин, так как они являются основной причиной смертельных несчастных случаев в этой отрасли.

Администрация ПАО «ГМК «Норильский никель» создала эффективную систему менеджмента безопасности труда в соответствии с ГОСТ Р 55271-2012, при помощи применения современной стратегии промышленной безопасности. Ключевым элементом созданной системы стала ориентация на управление профессиональными рисками и культуру безопасности [8]. Однако, следует отметить, что несмотря на рост культуры безопасности [5], концепция «нулевого» травматизма по итогам 2022 года так и не была реализована. Поэтому менеджменту предприятия в области охраны труда необходимо создать более эффективную систему анализа причин возникновения смертельных несчастных случаев от горных машин.

Список использованных источников

1. Челтыбашев, А. А. Некоторые аспекты обеспечения безопасности труда на предприятиях горной промышленности / А. А. Челтыбашев, С. Н. Судак, И. П. Карначев // Безопасность техногенных и природных систем. – 2022. – № 1. – С. 26-31. – DOI 10.23947/2541-9129-2022-1-26-31. – EDN HUPBFS.
2. Оценка результативности и эффективности системы управления охраной труда на горном предприятии / А. Н. Никулин, И. С. Должиков, И. В. Климова, Ю. Г. Смирнов // Безопасность труда в промышленности. – 2021. – № 1. – С. 66-72. – DOI 10.24000/0409-2961-2021-1-66-72. – EDN AOBOWH.
3. Промышленная безопасность и охрана труда. Годовой отчет 2021 ПАО «ГМК «Норильский Никель». URL: <https://ar2021.nornickel.ru/sustainable-development/health-safety>
4. Промышленная безопасность и охрана труда. Годовой отчет 2022 ПАО «ГМК «Норильский Никель». URL: <https://ar2022.nornickel.ru/sustainable-development/health-safety>
5. Промышленная безопасность и охрана труда. Годовой отчет 2023 ПАО «ГМК «Норильский Никель». URL: <https://ar2023.nornickel.ru/sustainable-development/health-safety>

6. Челтыбашев, А. А. Пути повышения культуры безопасности при эксплуатации горного транспорта / А. А. Челтыбашев, А. С. Баринов // Транспорт. Взгляд в будущее - TFV-24 : Сборник научных статей международной научно-практической конференции, Санкт-Петербург, 07–08 ноября 2024 года. – Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский горный университет императрицы Екатерины II, 2024. – С. 189-191. – EDN NYGQGH.
7. Карначев, И. П. Практическая реализация концепции культуры промышленной безопасности на примере крупнейших горных предприятий / И. П. Карначев, А. А. Челтыбашев, С. Н. Судак // Безопасность техногенных и природных систем. – 2022. – № 3. – С. 24-31. – DOI 10.23947/2541-9129-2022-3-24-31. – EDN GYHXYO.
8. ГОСТ Р 55271-2012 Системы менеджмента охраны труда. Рекомендации по применению при разработке и освоении инновационной продукции. М.: Стандартинформ, 2014. — 40 с.

Cheltybashev A.A., PhD, Associate Professor, Head of the Department of Construction, Energy and Transport, Murmansk Arctic University, cheltybashevaa@mauniver.ru

Barinov A.S., Senior Lecturer, Department of Construction, Energy and Transport, Murmansk Arctic University, barinovas@mauniver.ru

REDUCING INDUSTRIAL INJURIES DURING THE OPERATION OF MINING TRANSPORT

Abstract: The paper describes the problems of the mining industry complex associated with industrial injuries during the operation of mining transport. An example of the implementation of innovative technical solutions to improve the level of safety during the operation of mining transport is given. The results after the implementation of the dispatching system during the operation of mining transport are presented. Conclusions are made about the impact of the implementation of innovative technical solutions and new organizational and technical measures on industrial injuries during the operation of mining transport.

Keywords: safety culture, industrial injuries, mining transport.

УДК 629.113

Шадрина А.Э., студент 2 курса, Набережночелнинский институт (филиал) Казанского (Приволжского) федерального университета. E-mail: AnEShadrina@kpfu.ru

Мухаметдинов Э.М., кандидат технических наук, доцент, Набережночелнинский институт (филиал) Казанского (Приволжского) федерального университета. E-mail: ЕММухametdinov@kpfu.ru

К ВОПРОСУ АНАЛИЗА ВИБРОАКУСТИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК КАБИНЫ ГРУЗОВОГО АВТОМОБИЛЯ

Аннотация. Статья посвящена проблемам комплексного анализа виброакустических характеристик грузового автомобиля на основе компьютерного, а также натурных испытаний. Проведен обзор исследований виброакустических параметров автомобиля, на основании которого определены задачи по оптимизации параметров его конструкции.

Ключевые слова: грузовой автомобиль, шум, вибрация, виброакустические характеристики автомобиля, расчетный анализ.

Исследование параметров шума и вибрации имеет ключевое значение в области автомобильной инженерии, способствуя оптимизации и рациональному конструкторскому размещению различных автомобильных компонентов с целью обеспечения комфорта и повышения эффективности эксплуатации транспортных средств. Поведение вибраций в значительной мере обусловлено особенностями конструктивных элементов, через которые они проходят, а также свойствами материалов, из которых эти элементы изготовлены.[1] Вибрационные колебания или перемещения материальных частей конструкции вызывают энергетические потери, проявляющиеся в виде шума и трения, что приводит к снижению общей энергетической эффективности системы.

Кроме того, акустические шумы оказывают значительное воздействие на внутреннюю атмосферу автомобиля, влияя на уровень комфорта пассажиров. Под шумом понимается любой нежелательный или неожиданный звук, генерируемый вибрирующим объектом, при этом акустические вибрации воспринимаются как давление через уши; вибрация определяется как любое

нежелательное повторяющееся движение объекта в направлениях вперед-назад или вверх-вниз, которое ощущается тактильно, преимущественно в точках контакта пассажиров и водителя с элементами транспортного средства, такими как рулевая колонка или сиденья; жесткость рассматривается как выраженное ощущение агрессивности подвески либо отсутствия отдачи на единичное воздействие, что коррелирует с переходными характеристиками вибраций и шума, возникающих при резких изменениях движения автомобиля.[2] Данное явление воспринимается как тактильно, так и акустически. Понятие жесткости (Harshness) является предметом дискуссий и не имеет единого определения среди автопроизводителей. Оно может относиться к субъективному восприятию шума и служить критерием количественной оценки резкости реакции конструктивных элементов автомобиля в процессе эксплуатации. В иной интерпретации жесткость трактуется как прочность отдельных элементов конструкции транспортного средства.[3] Современные тенденции в анализе конструкции автомобиля можно обобщить следующим образом:

- Увеличение значимости виртуальных прототипов – их применение сокращает сроки разработки и снижает затраты без ущерба качеству;
- Широкое применение модульного подхода – множество модификаций автомобилей создаётся на основе ограниченного числа универсальных платформ;
- Актуальность анализа возрастает из-за растущих требований со стороны потребителей и общества;
- Повышенные требования клиентов – особенно в отношении виброакустического комфорта транспортных средств;
- Ужесточение экологических норм – законодательство многих стран, включая Россию, ограничивает шумовое загрязнение, поскольку оно негативно влияет на экологию и здоровье людей. [4]

Проводимый комплекс исследований кузова, направленный на снижение шума и вибраций в автомобилях, включает два ключевых направления:

1. Подавление шума и вибраций в источнике их возникновения

2. Контроль и уменьшение их распространения

Важно учитывать, что колебательные процессы могут иметь разную природу, что требует индивидуального подхода к их анализу и устранению.[5]

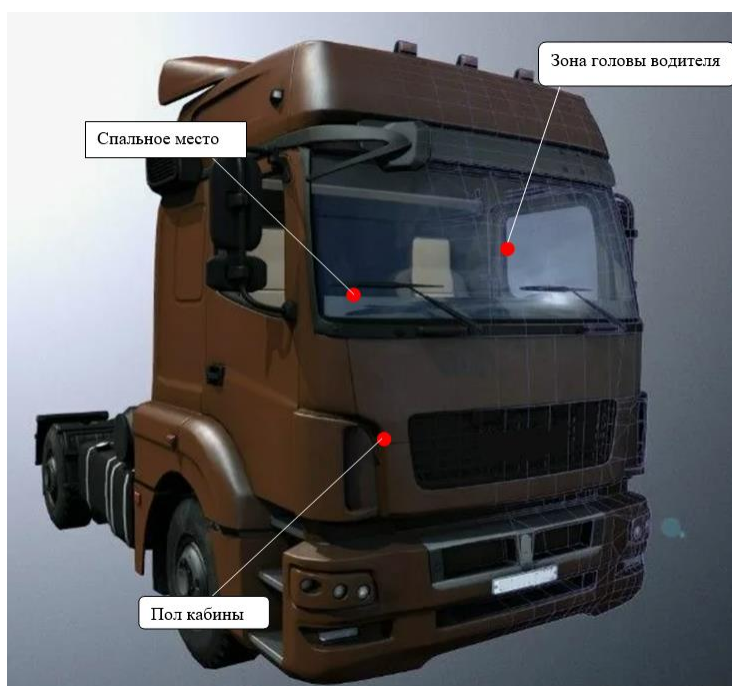


Рис. 1 – Приоритетные зоны анализа шума, вибрации и жесткости

Проведение расчётного анализа вибрации и шума, а тем более оптимизация параметров конструкции требует решения широкого спектра задач по исследованию разнородных по своей природе физических явлений в различной постановке.[6]

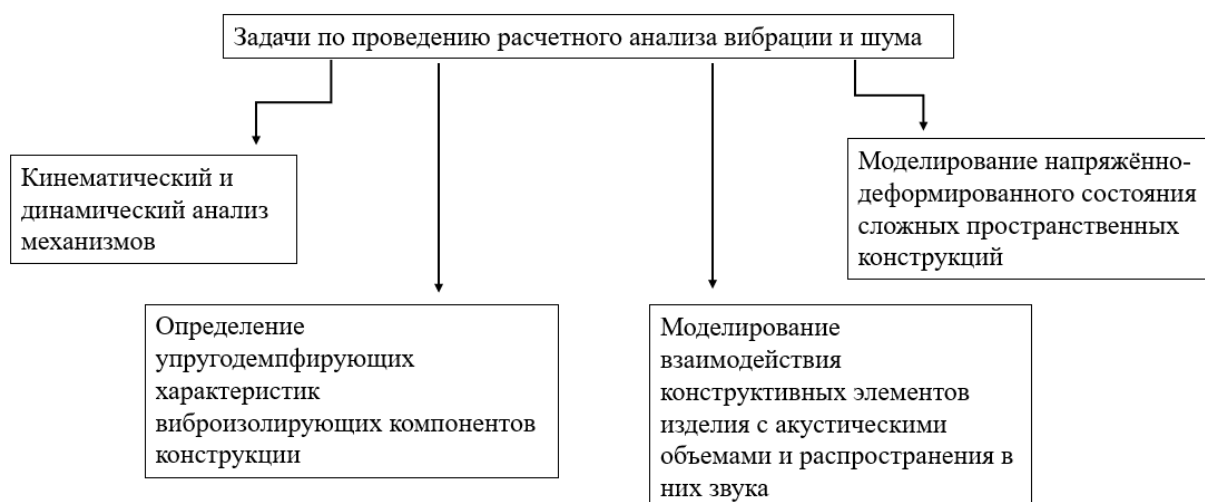


Рис. 2 – Задачи по проведению расчетного анализа вибрации и шума

Помимо расчетного анализа математической модели также проводятся натурные испытания.

Типичные измерительные устройства для контроля за шумовыми и вибрационными параметрами включают в себя: микрофоны, акселерометры и силовые датчики. Применяемые методики измерений предусматривают использование полубезэховых камер, динамометров, а также специализированных дорог с накаткой, что позволяет обеспечить точную фиксацию параметров. В совокупности, регистрируемые сигналы передаются непосредственно на жесткий диск посредством одного аналогово-цифрового преобразователя.[7]

Решение поставленной задачи реализуется исключительно посредством комплексного междисциплинарного инженерного анализа, дополненного методами виртуального моделирования и подтвержденного данными, полученными в ходе натурных испытаний, что позволяет достичь высокого уровня достоверности исходных данных и обеспечить воспроизводимость экспериментальных результатов в соответствии с установленными стандартами.[8]

Список использованных источников

1. ГОСТ 33555-2022. Автотранспортные средства. Шум внутренний. Допустимые уровни и методы испытаний. – М.: Изд-во стандартов, 2022. – 8 с.
2. У.Ш. Вахидов, В.А. Шапкин, Ю.В. Шапкина. Анализ виброакустических параметров автомобиля. –Изд-во НГТУ 2013. – 223 с.
3. Bianchini. B. Active Vibration Control of Automotive Steering Wheels. In SAE Noise and Vibration Conference Proceedings, number 2005-01-2546, Traverse City, MI, USA, 2005.
4. Sour V S Sreeramagiri, T. Bhavani. NVH And Structural Adaptations in Automobiles: A Perspective. 2021

5. [Снижение шумового загрязнения от автотранспорта путем оптимизации параметров транспортных потоков](#). Макарова И.В., Хабибуллин Р.Г., Маврин В.Г., Беляев Э.И., Мухаметдинов Э.М., Сулейманов И.Ф. В сборнике: Информационные технологии и инновации на транспорте. Материалы международной научно-практической конференции. Под общей редакцией А.Н. Новикова. 2015. С. 273-279.
6. Подготовка магистерской диссертации: научные и методологические аспекты. Макарова И.В., Хабибуллин Р.Г., Мухаметдинов Э.М., Шубенкова К.А. 2016.
7. [VIBRATION ANALYSIS OF AMPLITUDE AND SPEED SIGNALS FROM COLLISIONS OF GAS DISTRIBUTION MECHANISM PARTS](#). Balyasnikov A., Gritsenko A., Shepelev S., Mukhametdinov E. В сборнике: Transportation Research Procedia. Сер. "International Conference of Arctic Transport Accessibility: Networks and Systems" 2021. С. 41-48.
8. [Вибрационная диагностика сцепления как способ повышения надежности автомобилей](#). Гарипов Р.И., Мухаметдинов Э.М. [Научная мысль](#). 2017. [№ 3](#). С. 197-202.

Shadrina A.E., 2nd year student, Naberezhnye Chelny Institute (branch) of Kazan (Volga Region) Federal University. E-mail: AnEShadrina@kpfu.ru

Mukhametdinov E.M., PhD in Engineering, Associate Professor, Naberezhnye Chelny Institute (branch) of Kazan (Volga Region) Federal University. E-mail: EMMuhametdinov@kpfu.ru

ON THE QUESTION OF ANALYSIS OF VIBROACOUSTIC CHARACTERISTICS OF A TRUCK CABIN

The article is devoted to the problems of complex analysis of vibro-acoustic characteristics of a truck based on computer and field tests. A review of studies of the vibro-acoustic parameters of the car is carried out, on the basis of which the tasks of optimizing the parameters of its design are determined.

Keywords: truck, noise, vibration, vibro-acoustic characteristics of the car, computational analysis.

УДК 004.056

Ягудина Г.Р., студент, Набережночелнинский институт ФГАОУ ВО «Казанский (Приволжский) федеральный университет»

Фатихова Л.Э., кандидат экономических наук, доцент, Набережночелнинский институт ФГАОУ ВО «Казанский (Приволжский) федеральный университет»

КИБЕРБЕЗОПАСНОСТЬ В ЛОГИСТИКЕ: РИСКИ ВЗЛОМА АВТОНОМНЫХ СИСТЕМ И ЗАЩИТА ДАННЫХ

Аннотация: статья посвящена исследованию проблем кибербезопасности в современной логистической отрасли, которая характеризуется активным внедрением цифровых технологий, включая автономные системы и Интернет вещей (IoT). Рассматриваются риски, связанные с уязвимостью автономных транспортных средств, а также угрозы утечки конфиденциальных данных, включая персональные данные клиентов и коммерческие секреты. Анализируются различные векторы атак и предлагаются комплексные меры защиты, охватывающие все аспекты логистических операций. Подчеркивается необходимость разработки строгих политик и процедур кибербезопасности, проведения регулярных аудитов, использования шифрования, многофакторной аутентификации и мониторинга сетевой активности.

Ключевые слова: кибербезопасность, логистика, автономные системы, Интернет вещей (IoT), защита данных, логистические системы, цепочка поставок, транспортная безопасность, управление рисками, инциденты кибербезопасности.

Введение. Глобальная логистическая отрасль быстро меняется благодаря внедрению технологий: Интернета вещей (IoT), искусственного интеллекта (ИИ), облачных вычислений и автономных систем. Это повышает эффективность, снижает затраты и улучшает работу цепочек поставок. Вместе с тем, рост цифровизации увеличивает риски кибербезопасности: расширение сети подключенных устройств и обработка больших объемов данных делают логистику уязвимой к кибератакам, что грозит финансовыми потерями и сбоями в работе.

Проблемы современной логистики. В первом квартале 2025 года российские компании столкнулись с 801 миллионом кибератак — вдвое больше,

чем за тот же период 2024 года. Основные цели — онлайн-платформы логистики, госструктуры и финансы [1].

Автономные системы — транспортные средства, роботизированные склады и автоматизация запасов — повышают эффективность и снижают влияние человека. Но их сложность и взаимосвязанность делают их мишенью для хакеров. Уязвимости в ПО и архитектуре безопасности могут привести к взлому: изменение маршрутов, кража грузов, саботаж операций или аварии. На складах взлом может нарушить комплектацию, повредить товары или остановить работу.

Для систематизированного понимания спектра угроз, связанных с автономными системами в логистике, рассмотрим таблицу, в которой представлены наиболее распространенные векторы атак и потенциальные меры защиты:

| Вектор атаки | Описание | Потенциальные последствия | Меры защиты |
|--------------------------------|--|--|--|
| Взлом программного обеспечения | Использование уязвимостей в программном обеспечении для получения несанкционированного доступа к системе. | Контроль над ATV, изменение маршрута, кража груза, авария; нарушение работы склада, повреждение товаров. | Регулярные обновления ПО, тестирование на проникновение, статическое и динамическое анализ кода, безопасные практики разработки. |
| Атаки на сенсоры и датчики | Подмена или блокировка данных, поступающих от сенсоров, используемых для навигации, обнаружения препятствий и мониторинга состояния груза. | Некорректная работа ATV, авария, повреждение груза; принятие неверных решений на основе искаженных данных. | Шифрование данных сенсоров, криптографическая аутентификация сенсоров, мониторинг аномалий, использование надежных сенсоров с защитой от подмены. |
| Физический доступ и саботаж | Получение физического доступа к ATV или другим автономным системам для установки вредоносного ПО, изменения настроек или физического повреждения оборудования. | Контроль над системой, кража данных, саботаж, вывод системы из строя. | Физическая охрана, контроль доступа, мониторинг активности, использование защищенных корпусов и систем защиты от несанкционированного вмешательства. |
| Атаки на беспроводные сети | Использование уязвимостей в беспроводных сетях (Wi-Fi, Bluetooth, сотовая связь) для получения несанкционированного доступа к системе. | Контроль над ATV, изменение маршрута, кража груза, утечка данных; нарушение работы беспроводных датчиков и сенсоров. | Использование защищенных беспроводных сетей (WPA3), многофакторная аутентификация, мониторинг трафика, сегментация сети, регулярное тестирование на проникновение. |

Рис. 6. Векторы атак на автономные системы в логистике

Защита данных — ключевой аспект кибербезопасности в логистике. Логистические операции генерируют большие объемы конфиденциальной информации о клиентах, поставщиках, товарах и маршрутах, которая является привлекательной целью для киберпреступников. Утечка таких данных грозит финансовыми потерями, ущербом репутации и юридическими проблемами.

Особое внимание нужно уделять безопасности облачных платформ, где хранятся и обрабатываются данные. Слабые пароли, отсутствие многофакторной аутентификации, неправильные настройки доступа и отсутствие шифрования делают данные уязвимыми к взлому. Атаки на облако могут вызвать массовые утечки и сбои в работе систем.

Также важно защищать оконечные устройства сотрудников — смартфоны и планшеты, которые подвержены фишингу и вредоносному ПО, что может привести к компрометации учетных данных и утечке информации.

Говоря кратко, кибератаки в сфере логистики могут иметь серьезные последствия:

- Остановка работ из-за отказа систем.
- Потеря продукции из-за перебоев в холодильном хранении или маршрутах доставки.
- Задержки и потери при обслуживании клиента.
- Потеря доверия и ущерб репутации.

Чтобы свести эти риски к минимуму, необходимо иметь планы реагирования на инциденты, а также стратегии непрерывности работы и восстановления после сбоев, которые гарантируют, что в любой непредвиденной ситуации работа может быть быстро поддержана или возобновлена [2].

| Категория защиты | Рекомендации |
|--|---|
| Данные клиентов | Минимизация сбора данных (сбор только необходимой информации), использование анонимизации и псевдонимизации данных, шифрование данных при хранении и передаче, соблюдение требований GDPR и других законов о защите персональных данных, прозрачная политика конфиденциальности. |
| Данные о поставщиках | Контроль доступа к данным (принцип наименьших привилегий), использование VPN и защищенных каналов связи для взаимодействия с поставщиками, регулярные аудиты безопасности поставщиков, включение требований к кибербезопасности в договоры с поставщиками. |
| Логистические данные (маршруты, грузы, запасы) | Шифрование данных, мониторинг активности, использование безопасных протоколов передачи данных (например, TLS/SSL), ограничение доступа к данным на основе ролей и обязанностей, внедрение систем контроля целостности данных. |
| Облачные платформы | Выбор надежных поставщиков облачных услуг с сертифицированными системами безопасности (например, ISO 27001, SOC 2), настройка прав доступа и разрешений, использование многофакторной аутентификации, регулярное резервное копирование данных в облаке, шифрование данных в облачном хранилище, мониторинг активности в облачной среде. |

Рис. 7 Рекомендации по защите данных в умной логистике

Руководитель направления развития бизнеса Solar JSOC Евгения Хамракулова отмечает, что транспорт, здравоохранение и промышленность менее строго регулируются в части информационной безопасности, чем финансовый сектор. В этих отраслях часто есть неучтённые IT-активы, на которых злоумышленники могут запускать вредоносное ПО, например, для майнинга криптовалют или создания ботнетов [3].

В мае 2024 года один из крупнейших российских логистических операторов — СДЭК — подвергся масштабной кибератаке: сайт, мобильное приложение и call-центр не работали несколько дней. Хакерская группировка Head Mare заявила, что зашифровала базы данных и уничтожила резервные копии. Компания подтвердила использование вируса-шифровальщика [4].

В 2022 году Vohberry также столкнулась со сбоем внутренних сервисов, что затруднило оформление и доставку заказов. Для восстановления работы потребовалось двое суток [5].

Таким образом, кибербезопасность — критически важный фактор успеха в логистике. Уязвимости автономных систем и слабая защита данных могут привести к серьёзным последствиям. Комплексные меры безопасности, развитие технологий, обучение персонала и обмен информацией об угрозах необходимы для устойчивого развития отрасли в эпоху цифровой трансформации.

Список использованных источников

1. Российские компании столкнулись с 801 млн кибератак / [Электронный ресурс] // it.speaker : [сайт]. — URL: <https://itspeaker.ru/news/rossiyskie-kompanii-stolknulis-s-801-mln-kiberatak/> (дата обращения: 03.05.2025).
2. Cybersecurity and its importance for operational continuity and the trust of the client / [Электронный ресурс] // emergent cold : [сайт]. — URL: <https://emergentcoldlatam.com/en/trends/cybersecurity/> (дата обращения: 03.05.2025).

3. Хакеры в 2024 году чаще всего атаковали российскую транспортную отрасль / [Электронный ресурс] // РИА Новости: [сайт]. — URL: <https://ria.ru/20250303/khakery-2002652303.html> (дата обращения: 03.05.2025).
 4. Взлом СДЭК: уроки для служб доставки на маркетплейсах / [Электронный ресурс] // cs cart : [сайт]. — URL: <https://www.cs-cart.ru/blog/vzlom-cdek/> (дата обращения: 03.05.2025).
 5. «Курьерки» атакуют по всем киберфронтам / [Электронный ресурс] // LOGIRUS: [сайт]. — URL: https://logirus.ru/news/e-commerce/kurerki-_atakuyut_po_vsem_kiberfrontam.html?sphrase_id=13635363 (дата обращения: 11.05.2025).
-

Yagudina G.R., student, Naberezhnye Chelny Institute of the Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Professional Education "Kazan (Volga Region) Federal University"

Fatikhova L.E., PhD in Economics, Associate Professor, Naberezhnye Chelny Institute of the Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Professional Education "Kazan (Volga Region) Federal University"

CYBERSECURITY IN LOGISTICS: RISKS OF HACKING AUTONOMOUS SYSTEMS AND DATA PROTECTION

Abstract: the article is devoted to the study of cybersecurity issues in the modern logistics industry, which is characterized by the active implementation of digital technologies, including autonomous systems and the Internet of Things (IoT). The risks associated with the vulnerability of autonomous vehicles, as well as threats of leakage of confidential data, including personal data of customers and trade secrets, are considered. Various attack vectors are analyzed and comprehensive security measures are proposed that cover all aspects of logistics operations. The need for strict cybersecurity policies and procedures, regular audits, encryption, multi-factor authentication and network activity monitoring is emphasized.

Keywords: cybersecurity, logistics, autonomous systems, Internet of Things (IoT), data protection, logistics systems, supply chain, transportation security, risk management, cybersecurity incidents.

УДК 656.11

*Ягудина Г.Р., студент, Набережночелнинский институт ФГАОУ ВО
«Казанский (Приволжский) федеральный университет»*

*Мухитов А.А., студент, Набережночелнинский институт ФГАОУ ВО
«Казанский (Приволжский) федеральный университет»*

*Мавляутдинова Г.Р., старший преподаватель, Набережночелнинский
институт ФГАОУ ВО «Казанский (Приволжский) федеральный университет»*

ВЛИЯНИЕ РЕГУЛЯТОРНЫХ МЕР НА ДОРОЖНОЕ ДВИЖЕНИЕ

Аннотация: В статье проводится комплексный анализ влияния регуляторных мер, таких как зоны с ограниченным движением (ЗОД) и плата за въезд, на дорожное движение в городских условиях. Рассматриваются экономические, социальные аспекты внедрения данных мер. Анализируются как теоретические модели, так и эмпирические данные, полученные в ходе реализации проектов в различных городах мира. Особое внимание уделяется альтернативным и комплементарным стратегиям управления трафиком. На основе проведенного анализа предлагаются рекомендации по разработке и внедрению эффективных и справедливых мер регулирования дорожного движения в городских условиях.

Ключевые слова: регулирование дорожного движения, зоны с ограниченным движением, плата за въезд, транспортные потоки, городская логистика, устойчивая мобильность.

Современные города сталкиваются с проблемами высокой автомобилизации: пробками, загрязнением воздуха и шумом, ростом выбросов парниковых газов и снижением качества жизни. Регулирование дорожного движения — ключевой инструмент для решения этих задач и устойчивого развития. Зоны с ограниченным движением (ЗОД) и плата за въезд используются для ограничения доступа в центральные районы и поощрения альтернативного транспорта.

Регулирование основано на нескольких теориях: необходимость вмешательства из-за внешних эффектов (загрязнение, шум), признание дорог общественным благом с ограниченным доступом для предотвращения перегрузок, а также поведенческая экономика, учитывающая психологию

выбора транспорта и маршрутов. Цель — стимулировать рациональное поведение и снизить нагрузку на транспортную систему.

ЗОД ограничивают движение определённых транспортных средств для уменьшения нагрузки, улучшения воздуха и безопасности пешеходов и велосипедистов, а также стимулирования общественного транспорта. Формы ЗОД варьируются от полностью пешеходных зон до зон с ограниченным или переменным доступом в зависимости от времени или дня [1].

Влияние зон с ограниченным движением (ЗОД) на городскую среду проявляется в улучшении качества воздуха за счёт снижения выбросов и повышении безопасности пешеходов и велосипедистов. Ограничение доступа для частных автомобилей стимулирует использование общественного транспорта и пеших перемещений, способствуя устойчивой мобильности. Однако ЗОД могут по-разному влиять на экономику: рост пешеходного трафика увеличивает посещаемость магазинов, но ограничение автомобилей снижает поток клиентов для предприятий, зависящих от автотранспорта.

Успех ЗОД зависит от тщательного планирования с учётом транспортной системы, потребностей населения и экономических последствий. Важна поддержка альтернативного транспорта и информирование населения о преимуществах ЗОД. Для смягчения экономических потерь нужны меры поддержки бизнеса: субсидии, льготы и помощь в переходе на экологичный транспорт.

Плата за въезд — ещё один инструмент регулирования, при котором въезд в зону города становится платным, но не запрещён. Это снижает транспортную нагрузку, стимулирует общественный транспорт и помогает финансировать инфраструктуру. Системы оплаты бывают ручными, электронными и через мобильные приложения, каждая со своими плюсами и минусами [2].

Плата за въезд снижает транспортную загруженность в центральных районах, особенно в часы пик, что ускоряет движение и сокращает время в пути. Это улучшает качество воздуха и стимулирует использование общественного транспорта, велосипедов и пеших маршрутов, поддерживая устойчивую

мобильность. Дополнительно плата приносит доходы для развития транспортной инфраструктуры и экологических проектов.

Для успешного внедрения важно установить оптимальный размер платы, чтобы снизить трафик, но не вызвать социальное недовольство. Нужно обеспечить альтернативные маршруты и развивать общественный транспорт как привлекательную замену автомобилю. Прозрачное использование средств повышает поддержку населения.

Кроме ЗОД и платы за въезд, применяются и другие меры: развитие общественного транспорта с расширением маршрутов и повышением комфорта, создание велосипедных дорожек и пунктов проката, а также обустройство пешеходных зон и переходов для безопасности и удобства пешеходов.

| Стратегия | Преимущества | Недостатки |
|------------------------------|---|--|
| Зоны с огранич. движением | Снижение трафика, улучшение качества воздуха, повышение безопасности пешеходов | Возможное увеличение трафика на прилегающих улицах, экономические потери для бизнеса |
| Плата за въезд | Снижение трафика, увеличение скорости движения, дополнительные доходы для бюджета | Возможное увеличение трафика на объездных маршрутах, социальная несправедливость |
| Развитие общ. транспорта | Увеличение доступности, снижение загрязнения воздуха, снижение транспортной загруженности | Высокие инвестиции, необходимость планирования и координации |
| Развитие вел. инфраструктуры | Низкая стоимость, улучшение здоровья, снижение загрязнения воздуха | Зависимость от погодных условий, ограниченная дальность поездок |

Рис. 8 Примеры стратегий

Примеры успешного интегрирования стратегий:

1. В Альметьевске создана высокоразвитая велосипедная инфраструктура, считающаяся лучшей в России, благодаря которой велосипед стал полноценным и популярным видом уличного транспорта, используемым круглый год. Её создание началось в 2016 году в рамках комплекса мер по повышению привлекательности города [3].

2. Зоны с ограниченным движением, на сегодняшний день, в России не используются повсеместно, однако в Москве действуют ряд правил, при котором существуют ограничения движения грузовиков с 6:00 до 22:00 в соответствии с постановлением Правительства от 22.08.11 № 379-ПП. Это касается транспорта грузоподъемностью более 1 тонны в центральной части города, а также

круглосуточно ограничен въезд и движение грузовых автотранспортных средств, соответствующих по экологическим характеристикам требованиям ниже экологического класса 3 [4].

Если говорить о других странах, то данная стратегия используется во Франции, Италии, Польше и Великобритании.

3. Платный въезд в центр города активно распространен в Сингапуре, Стокгольме, Милане, Лондоне и ряде других европейских городов.

Говоря о России, в 2023 году власти Санкт-Петербурга начали обсуждать перспективу введения платного въезда в город, но идея пока не получила продолжения [5].

На основе проведенного анализа можно сформулировать следующие рекомендации по разработке и внедрению эффективных и справедливых мер регулирования дорожного движения в городских условиях:

1. Перед внедрением мер регулирования дорожного движения необходимо провести комплексный анализ транспортной системы города, учитывая особенности, потребности разных групп населения и экономические последствия. Анализ включает оценку загруженности, транспортных потоков, узких мест, экологической ситуации и безопасности.

2. Меры регулирования должны быть частью стратегии устойчивой мобильности, включающей развитие общественного транспорта, велосипедной и пешеходной инфраструктуры, а также каршеринга.

3. Важно привлекать общественность к принятию решений через консультации и опросы, обеспечивая прозрачность и учет интересов всех сторон.

Регулирование дорожного движения является необходимым условием для обеспечения устойчивого развития городов. Зоны с ограниченным движением и плата за въезд являются эффективными инструментами для снижения транспортной загруженности, улучшения экологической ситуации и повышения качества жизни в городах. Однако, их внедрение должно осуществляться комплексно и с учетом специфических особенностей каждого города.

Список использованных источников

1. Зона с ограниченным движением транспорта / [Электронный ресурс] // Википедия: [сайт]. — URL: https://translated.turbopages.org/proxy_u/en-ru.ru.5d60879b-680dfc76-88754544-74722d776562/https/en.wikipedia.org/wiki/Limited_traffic_zone (дата обращения: 28.04.2025).
2. Платный въезд в центр города / [Электронный ресурс] // Циклопедия: [сайт]. — URL: https://cyclowiki.org/wiki/Платный_въезд_в_центр_города (дата обращения: 28.04.2025).
3. Альметьевск / [Электронный ресурс] // Википедия: [сайт]. — URL: https://translated.turbopages.org/proxy_u/en-ru.ru.6438eb6b-680f489a-0212abe7-74722d776562/https/en.wikipedia.org/wiki/Almetyevsk (дата обращения: 28.04.2025).
4. Зона с ограниченным движением транспорта / [Электронный ресурс] // Википедия: [сайт]. — URL: https://translated.turbopages.org/proxy_u/en-ru.ru.5d60879b-680dfc76-88754544-74722d776562/https/en.wikipedia.org/wiki/Limited_traffic_zone (дата обращения: 28.04.2025).
5. Платный въезд в город: возможен ли в России, в каких странах он уже есть / [Электронный ресурс] // NEWS.RU : [сайт]. — URL: <https://news.ru/avto/platnyj-vezd-v-gorod-vozmozhen-li-v-rossii-v-kakih-stranah-on-uzhe-est/> (дата обращения: 28.04.2025).

Yagudina G.R., student, Naberezhnye Chelny Institute of the Kazan (Volga Region) Federal University

Mukhitov A.A., student, Naberezhnye Chelny Institute of the Kazan (Volga Region) Federal University

Mavlyautdinova G.R., senior lecturer, Naberezhnye Chelny Institute of the Kazan (Volga Region) Federal University

Abstract: The article analyzes the impact of regulatory measures like restricted traffic zones and entry fees on urban traffic, considering economic and social aspects. It reviews theoretical models and real-world data from cities worldwide, highlighting alternative traffic management strategies. Based on this, recommendations are offered for effective and fair urban traffic management.

Keywords: traffic regulation, restricted traffic zones, entry fees, traffic flows, urban logistics, sustainable mobility.