

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ  
БЕЛАРУСЬ

Белорусский национальный технический университет

---

---

Автотракторный факультет

**НИРС АТФ–2024**

**Материалы 80-й студенческой  
научно-технической конференции**

*Электронное издание*

М и н с к  
Б Н Т У  
2 0 2 4

УДК 082(063) (476-25)

ББК 74.58я43

Н 68

В сборнике представлены статьи и тезисы докладов участников студенческой научно-технической конференции автотракторного факультета по секциям, состоявшейся в рамках 80-й СНТК Белорусского национального технического университета в апреле–мае 2024 года, тематика которых посвящена вопросам проектирования, производства, эксплуатации автомобильного транспорта, тракторов, мобильных систем и комплексов, создания логистических систем и оценочной деятельности на транспорте.

Редакционная коллегия:

С. В. Скирковский, А. С. Поварехо, С. В. Богданович,  
В. П. Бойков, А. С. Гурский, Г. А. Дыко, Р. Б. Ивуть  
Д. В. Клоков, В. А. Коваль, А. О. Лобашов

Ответственный за выпуск А. А. Дзема  
Под общей редакцией А. С. Поварехо  
Составитель: А. С. Поварехо

Белорусский национальный технический университет  
Автотракторный факультет  
ул. Я. Коласа, 12, г. Минск, Республика Беларусь  
Тел. (+375 17) 331 05 48; (+375 17) 293 95 20  
e-mail: [atf@bntu.by](mailto:atf@bntu.by)  
<http://www.bntu.by/atf.html>

© БНТУ, 2024

**СЕКЦИЯ «ТЕХНИЧЕСКАЯ ЭКСПЛУАТАЦИЯ  
АВТОМОБИЛЕЙ»**

## ГИБРИДНАЯ СИСТЕМА E: HEV

### E: HEV HYBRID SYSTEM

**Ветров И. Д.**, студ., **Шугаев М. Д.**, студ., **Вандич Д. С.**, студ.,  
**Серебряков И. А.**, канд. техн. наук,

Белорусский национальный технический университет,  
г. Минск, Республика Беларусь

I. Vetrov, student, M. Shugaev, student, D. Vandich, student

I. Serebryakov, Ph. D. in Eng.,

Belarusian National Technical University, Minsk, Belarus

*В работе исследованы источники загрязнения окружающей среды транспортными средствами. Выдвинуто наиболее рациональное решение проблемы – гибридные системы.*

*The sources of vehicle environment contamination are investigated in the work. The most rational solution of the problem is proposed – hybrid systems.*

**Ключевые слова:** «невыхлопные» выбросы, твердые частицы, гибрид.

**Keywords:** non-exhaust emissions, particulate matter, hybrid.

### ВВЕДЕНИЕ

На сегодняшний день в мире эксплуатируется около 1,5 млрд. автомобилей, что, несомненно, оказывает влияние на окружающую среду. Углекислый газ, который вырабатывают живые существа, дополнительно выбрасывается в атмосферу транспортными средствами в размере более 220 млн. тонн за год, и показатели растут. Длительное время для снижения экологического ущерба различные ассоциации разрабатывали технологии по сохранению окружающей среды, что привело нас к нынешней неудовлетворительной экологической ситуации, когда из выхлопной трубы автомобиля выделяются CO<sub>2</sub>, N<sub>2</sub> (78 % от воздуха), H<sub>2</sub>O. Это стало возможным благодаря эф-

фективному сгоранию топлива посредством точного впрыска, рециркуляции выхлопных газов, применению каталитических нейтрализаторов.

## ПРОБЛЕМА ТВЕРДЫХ ЧАСТИЦ

Однако помимо ДВС автомобили производят значительное количество выбросов, изнашивая шины, тормозные колодки, диски и дорожное покрытие. Основной вред здесь представляют взвешенные, или твердые, частицы, в которые входят сульфаты, нитраты, аммиак, ионы натрия, калия, кальция, магния, углерод, минералы земной коры, ванадий, кадмий, медь, никель, цинк и даже микроорганизмы. Много веществ, которых не должно быть в наших легких, и их вред колоссальный, они способны вызывать смоги и кислотные дожди.

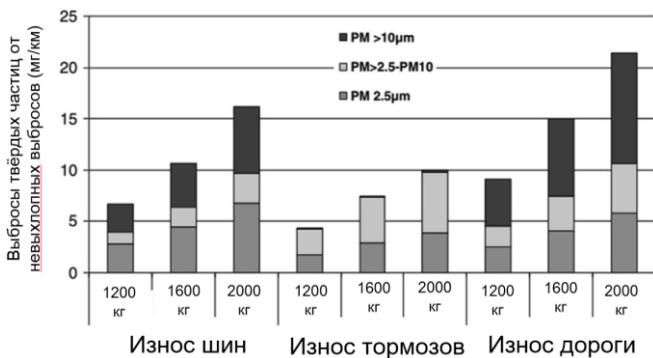


Рисунок 1 – Выбросы твердых частиц

Есть бесчисленное множество исследований, указывающих на вред выхлопных газов, но гораздо меньше тех, что принимают во внимание «невыхлопные» выбросы. Оценки разнятся, но в некоторых исследованиях сказано, что около 85 % выбросов твердых частиц приходится именно на «невыхлопные» выбросы. И если продолжать ограничивать именно конструкцию ДВС, то это лишь усугубит ситуацию. На данный момент разумнее сконцентрироваться на колодках и шинах, а на их износ первым образом влияет масса автомобиля. По некоторым исследованиям масса ТС существенно влияет на износ тормозов, шин и поверхности дорог. В исследовании приводятся примеры на весьма легких автомобилях, потому что самый

продаваемый автомобиль 2022 года – Toyota RAV4, масса которой в среднем 1700 кг, а в 2023 – Tesla Model 3, 1750 кг, самый популярный в США – Ford F-150, более 2000 кг, в Китае – Tesla Model Y, 1900 кг. По средним оценкам вес электрических аналогов ТС с ДВС выше на 15–25 %, что приводит к более интенсивному износу всего, хотя пикапы Ford F-150 Lightning и Tesla Cybertruck вообще имеют массу почти 3 т.

## ГИБРИД HONDA E: HEV

Поэтому наиболее целесообразным решением на данный момент является гибрид, способный эффективно использовать ДВС и избегать недостатков полностью электрических автомобилей. В частности, весьма интересна гибридная технология Honda E: HEV. Она отличается от стандартного последовательного гибрида. в ее работе есть 3 режима: электрический режим, гибрид, ДВС. На низких скоростях, когда не требуется работа ДВС, электромотор-двигатель питается от батареи и вращает колеса. На более высоких скоростях или когда необходимо зарядка батареи начинает работать ДВС. Он вращает мотор-генератор, который либо заряжает батарею, либо вращает мотор-двигатель, вращающий непосредственно колеса. На высокой скорости ДВС подключается напрямую к колесам посредством пневматического сцепления, чтобы избежать потерь мощности при передаче. Это отличает данную технологию от стандартного последовательного гибрида, не способного соединить двигатель и колеса напрямую. Применяемая батарея гораздо меньше тех, что у чистых электрокаров, поэтому масса Jazz выходит 1250 кг, HR-V – до 1550 кг, Civic – 1300 кг.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате кроссовер HR-V имеет расход 5,2 л/100 км, хэтчбек Jazz – 4,5 л/100 км, хэтчбек Civic – около 6 л/100 км. Такие низкие показатели и двигатель с КПД 40,5 %, который работает в оптимальном диапазоне, свидетельствуют о низких выбросах.

Это одно из наиболее совершенных решений экологической проблемы на сегодняшний день, которое не вынуждает кардинально изменять инфраструктуру, повышать потребление энергии, а наоборот более эффективно использует ресурсы, которые имеются в наличии.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Петров, А. П. Конструкция и проектирование гибридных автомобилей: учеб. для вузов / А. П. Петров: Курган, 2024.
2. Honda Global [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [https://global.honda/en/tech/two\\_motor\\_hybrid\\_system\\_honda\\_eHEV/](https://global.honda/en/tech/two_motor_hybrid_system_honda_eHEV/) – Дата доступа: 14.05.2024.
3. Timmers, Victor R. J. H. Non-exhaust PM emissions from electric vehicle / Victor R. J. H. Timmers, Peter A. J. Achten // Atmospheric Environment 134 (2016) 10-17

Представлено 22.05.2024

УДК 378.16

## СТРУННЫЕ ТРАНСПОРТНЫЕ СИСТЕМЫ

### STRING TRANSPORT SYSTEMS

**Бортник П.**, студ., **Савич Е. Л.**, канд. техн. наук, проф.,  
Белорусский национальный технический университет,  
г. Минск, Республика Беларусь  
P. Bortnik, student, E. Savich, Ph. D. in Eng., Prof.  
Belarusian National Technical University, Minsk, Belarus

*В работе рассмотрены глобальные высокоэффективные струнные транспортно-коммуникационные сети «второго уровня».*

*The work examines global, highly efficient string transport and communication networks of the “second level”.*

**Ключевые слова:** сеть, струнный транспорт, технология.

**Keywords:** training network, string transport, technology.

## ВВЕДЕНИЕ

Строительство системы струнных технологий транспорта (SkyWay) позволит человечеству, в условиях интенсивного роста населения планеты и нехватки минеральных и пищевых ресурсов,

выйти на единственно возможный этап развития — снижение энергетических и транспортных издержек при перемещении пассажиров и грузов в масштабах планеты, что повысит доступность и уменьшит себестоимость производимых товаров и услуг.

## ИННОВАЦИОННАЯ ТРАНСПОРТНАЯ ТЕХНОЛОГИЯ

SkyWay (струнный транспорт) – это инновационная транспортная технология. Такой вид транспорта от 2-х до 20-ти раз дешевле, быстрее, экологичнее, безопаснее, чем любой аналог, существующий в мире на сегодняшний день. Начало разработки Струнной Транспортной Системы пришлось на 70-е годы прошлого столетия в СССР. На компоненты технологии выдано более 10 патентов. Лишь сейчас, народными силами, SkyWay получает практическую реализацию.

Скорость передвижения между городами – до 450 км/ч, внутри городов – до 150 км/ч. Например, поездка пассажира из Москвы во Владивосток займет 20 часов, себестоимость – 118,4 \$, из Москвы в Минск – 1,5 часа, себестоимость – 12,5 \$ с учетом амортизации.

## ОБЩАЯ КОНЦЕПЦИЯ СТС КАК АЛЬТЕРНАТИВЫ СУЩЕСТВУЮЩИМ ВИДАМ ТРАНСПОРТ

Основу любой транспортной системы составляет транспортная магистраль, по которой осуществляется движение транспортных модулей. Как правило, она является очень материалоемкой (автодорожное полотно, рельсовый путь, мосты, туннели, земляное полотно и т. п.), и затраты на нее определяют основную стоимость всей системы. Поэтому важно, насколько эффективно используются физико-механические свойства материалов в конструкции транспортных коммуникаций. Из четырех видов напряженно-деформированного состояния материалов – растяжение, сжатие, изгиб, кручение – наиболее благоприятным, в смысле наиболее полного использования физико-механических свойств материалов, является растяжение. Если взять струну, перекинуть ее через два блока и нагрузить до предела прочности усилием  $T$ , то она не разрушится и при дополнительной нагрузке в середине пролета  $P < 2 \cdot T$  за счет появления прогиба.

Движение транспорта НТЛ осуществляется по путевой структуре, основу которой составляют два рельса-струны. Струны набраны из отдельных проволок или полос из прочного материала (например, из

стали), натянуты усилием в несколько сотен тонн и установлены на легких опорах высотой 5–50 м и более, размещенных друг от друга на расстоянии 40–100 м и более. Запитка транспортных модулей электрической энергией осуществляется через колеса, контактирующие со струнными рельсами. Путевая структура НТЛ выполнена таким образом, чтобы рабочая поверхность (головка рельса), по которой движутся колеса транспорта, представляла собой гладкую поверхность без стыков («бархатный путь»). Важно, что прямолинейность рельса не зависит от прогиба ус струны под действием веса модуля в промежутке между опорами. Несмотря на низкую материалоемкость, такая путевая структура будет не менее жесткой конструкцией, чем массивные традиционные балочные автомобильные и железнодорожные мосты, так как ее прогиб под действием рабочей нагрузки (движущихся транспортных модулей) составит величину  $1/1000$  и менее от длины пролета. При скоростях движения свыше 200 м/с (720 км/ч) транспортную систему следует разместить в специальной трубе диаметром 2–3 м, из которой откачан воздух. Труба может находиться как над, так и под землей, и под водой на глубине 10–100 м и более, чтобы не мешать судоходству и не подвергаться разрушительному действию стихии.

Транспорт НТЛ будет выгодно отличаться от известных видов наземного транспорта практически по всем критериям\*:

- является экологически чистым;
- имеет высокую пропускную способность (одна линия – до 1 млн. пассажиров и до 500 тыс. т грузов в сутки). Будет рентабельным и при низкой интенсивности движения – порядка 1000 пассажиров в сутки (что объясняется невысокой стоимостью трасс и транспортных модулей и невысокими эксплуатационными издержками);
- не требует большого количества ресурсов для строительства;
- является самым экономичным транспортом;
- прост в эксплуатации и в управлении;
- имеет на порядок меньшую удельную стоимость строительства (отнесенную к пропускной способности), чем у автомобильных и железных дорог);
- базируется на уже существующих научно-технических решениях и не требует для реализации чрезмерно высокого научного, технического и производственного потенциала;

- позволяет в перспективе достичь скорости 1000 км/ч за счет размещения в вакуумируемом туннеле небольшого диаметра (около 2,5 м) при использовании систем магнитного подвеса и линейного электродвигателя;
- имеет высокую комфортность движения;
- обеспечивает высокую безопасность движения;
- является более долговечным, чем железные и автомобильные дороги.

## ПРИНЦИПИАЛЬНАЯ ОСОБЕННОСТЬ СТС

На участках со сложным рельефом местности трасса может проходить расстояние между соседними тормозными опорами одним пролетом длиной 0,1–1 км и более (без промежуточных опор). При этом параболический прогиб провисающей рельсо-струнной путевой структуры под действием силы тяжести может иметь значения (0,001–0,01) и может быть плавно вписан в продольный профиль трассы. В аналогичных случаях СТС может проходить расстояние между соседними анкерными опорами одним пролетом длиной до 10 км. Таким путем могут быть преодолены глубокие ущелья, проливы, расстояния между островом и материком, вершинами соседних гор и другие препятствия. Параболический прогиб путевой структуры под действием силы тяжести не превысит в этом случае значения 0,051, что также позволяет плавно вписать его в продольный профиль трассы. На морском участке трасса СТС размещена в подводной трубе-туннеле, выполненной с нулевой плавучестью и размещенной на глубине 50–100 м и более. На такой глубине исключается воздействие разрушительных штормов и, кроме того, туннель не будет зацеплен подводной лодкой или кораблем с самой большой осадкой. С целью огибания мощных морских течений туннель может уходить на большую глубину. Для обеспечения избыточной плавучести, чтобы не допустить затопления трубы под воздействием подвижной нагрузки, служат поплавки, которые заякорены на дне моря. Учитывая низкую материалоемкость якорных тяг и их редкое размещение (через 0,1–10 км), глубина моря не имеет принципиального значения для стоимости СТС. Роль анкерных опор выполняют подводные станции-поплавки, изготовленные с высокой избыточной плавучестью. Промежуточные и тормозные опоры СТС, обладающие небольшими размерами, размещены внутри туннеля. Трубатуннель,

выполненная из стали или предварительно напряженного железобетона, имеет внутренний диаметр 2,5–3 м и растянута в продольном направлении до усилия порядка 1000 тс и выше. Поэтому она будет работать в СТС и как струна с пролетом. На основных участках СТС путевая структура не имеет прогибов, так как статический прогиб у струны размещен («спрятан») внутри ее конструкции. Нагрузка от веса путевой структуры и транспортного модуля передается на струну посредством прокладки, высота которой вдоль пролета изменяется от нуля (над опорой) до максимального значения в середине пролета. Поэтому головка рельса, по которой движутся колеса транспортных модулей, в статике имеет ровную поверхность без прогибов и стыков. Возможно выполнение СТС, в которой рабочая поверхность головки рельса представляет собой волнистую линию.

## ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКОЕ СРАВНЕНИЕ ТРАНСПОРТНЫХ СИСТЕМ

Особенно следует учитывать изменение аэродинамического сопротивления с ростом скорости движения транспортных средств. При скорости 200 км/ч оно достигает 50 %, а при 500 км/ч превышает 90 % общего сопротивления движению, тогда как при скорости 50 км/ч составляет примерно 5 %, а остальные 95 % – механические сопротивления. Полный расход электроэнергии экипажами СТС в открытой атмосферной среде составит 0,05–0,12 кВт·ч/пасс.-км, так как, например, в пятиместном экипаже, размеры которого составят 4×2 ×1,5 м, двигатель мощностью 50 кВт обеспечит скорость 200 км/ч, мощностью 100 кВт – скорость 300 км/ч, мощностью 300 кВт – 500 км/ч.

При всей важности экономии энергетических затрат относительная стоимость электроэнергии среди других расходов в известных видах скоростного транспорта, например, для поездов на магнитном подвесе, достигает лишь 7,5 %. Основная часть затрат в них приходится на обустроенную путевую структуру со станциями и достигает значений в десятки и даже сотни миллионов долларов за километр. Поскольку в СТС транспортная линия в 10 и более раз дешевле скоростных железных дорог и обустроенной путевой структуры транспорта на магнитном подвесе, доля стоимости электрической энергии в приведенных затратах будет доминировать в сравнении с другими затратами.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ.

В статье сделан анализ существующих струнных транспортных технологий, их отличия от всех известных видов транспорта. Приводятся особенности транспортных технологий и их принципиальное описание. Дается технико-экономическое сравнение транспортных систем

## ЛИТЕРАТУРА

1. Юницкий, А. Э. Струнные транспортные системы: на Земле и в Космосе / А. Э. Юницкий. – ЗАО «Струнные технологии». – 2019. – 576 с.

Представлено 07.06.2024

УДК 378.16

## **УЧЕБНЫЙ СТЕНД НА БАЗЕ АВТОМОБИЛЯ PASSAT B3**

### **TRAINING STAND BASED ON PASSAT B3 CAR**

**Горнак И. В.**, студ., **Чешко Е. А.**, студ.,  
**Каржаневский Ю. В.**, студ., **Серебряков И. А.**, канд. техн. наук.  
Белорусский национальный технический университет,  
г. Минск, Республика Беларусь  
I. Harnak, student, E. Cheshko, student, Y. Karzhanevsky, student,  
I. Serebryakov, Ph. D. in Eng.,  
Belarusian National Technical University, Minsk, Belarus

*В работе разработан и изготовлен учебный стенд на базе легкого автомобиля VW Passat B3, оснащенный блоком имитации неисправностей, позволяющим студентам пройти курс обучения диагностике и ремонту электрической части автомобиля.*

*In this work, a training stand has been developed and manufactured on the basis of a VW Passat B3 passenger car, equipped with a fault simulation unit, allowing students to take a course in diagnosing and repairing the electrical part of a car.*

**Ключевые слова:** учебный стенд, автомобиль, имитация неисправностей.

**Keywords:** training stand, car, fault simulation.

## ВВЕДЕНИЕ

Проектируемый стенд на базе легкового автомобиля Volkswagen Passat B3 предназначен для использования в качестве учебного оборудования при проведении лабораторно-практических занятий в рамках образовательной программы Белорусского национального технического университета по изучению устройства, принципа работы основных узлов и систем автомобиля, а также приобретения навыков диагностирования и выявления неисправностей электрооборудования автомобиля.

## ОПИСАНИЕ СТЕНДА

Разрабатываемый стенд (рис. 1) представляет собой рабочее место, позволяющее управлять процессом обучения и тестирования в режиме реального времени:

- проводить инструктажи;
- проводить замеры компрессии цилиндров двигателя;
- выявлять имитированные неисправности электрооборудования автомобиля;
- изучать конструкцию деталей кузова автомобилей;
- изучать принцип работы системы питания бензинового двигателя «MonoMotronic»;
- изучать принцип работы распределения зажигания автомобиля;
- изучать принцип работы системы освещения автомобиля;
- изучать принцип работы тормозной системы автомобиля.

Основная задача и возможность учебного стенда - имитировать различные неисправности электрооборудования автомобиля. Для удобства и комфортного использования пульт неисправностей электрооборудования автомобиля размещен в перчаточном ящике «бардачке».

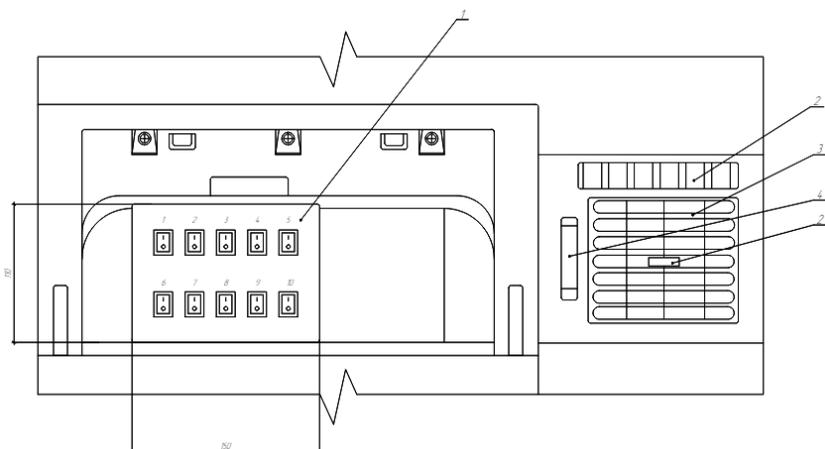


Рисунок 1 – Схема блока имитации неисправностей стенда:

- 1 – блок имитации неисправностей; 2– дефлектор обдува бокового стекла;  
 3 – дефлектор обдува салона; 4 – диск для регулировки степени открытия дефлектора; 5 – рычаг изменения направления потока воздуха

Блок имитации неисправностей состоит из 10 выключателей, которые в свою очередь отвечают за:

- 1) имитацию отсутствия питания на топливном насосе;
- 2) имитацию отсутствия питания на топливной форсунке;
- 3) имитацию обрыва выходного каскада трансформатора зажигания;
- 4) имитацию отсутствия питания на датчике положения коленчатого вала (датчик Холла);
- 5) имитацию отсутствия питания после замка зажигания (тем самым имитируется неисправность замка зажигания);
- 6) имитацию отсутствия питания на стартере;
- 7) имитацию отсутствия управляющей массы на топливной форсунке;
- 8) имитацию отсутствия массы на электронном модуле зажигания;
- 9) имитацию отсутствия массы на датчике положения коленчатого вала (датчик Холла);
- 10) имитацию отсутствия питания на вентиляторе охлаждения радиатора.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Был разработан и изготовлен учебный стенд на базе легкового автомобиля Volkswagen Passat B3, который в свою очередь предназначен для использования в качестве учебного оборудования при проведении лабораторно-практических занятий в рамках образовательной программы Белорусского национального технического университета. Это поможет улучшить уровень и качество получаемого образования на кафедре «Техническая эксплуатация автомобилей».

## ЛИТЕРАТУРА

1. Акимов, С. В. Электрооборудование автомобилей: учебник для ВУЗов / С. В. Акимов, Ю. П. Чижков. – М. : ЗАО «КЖИ «За рулем», 2004. – 384 с.
2. Ютт, В. Е. Электрооборудование автомобилей: учебник для вузов. - 4-е изд., перераб. и доп. / В. Е. Ютт. – М. : Горячая линия-Телеком, 2006. – 440 с.

Представлено 03.06.2024

## **АНАЛИЗ РЕКЛАМАЦИЙ ПО КАЧЕСТВУ АМОРТИЗАТОРОВ В ОТК ООО «ЕВРОЗАПЧАСТЬ»**

### **ANALYSIS OF COMPLAINTS ON THE QUALITY OF SHOCK ABSORBERS IN TCL LLC “EVROZAPCHAST”**

**Лещенко А. В.**, студ., **Буйкус К. В.**, канд. техн. наук, доц.,  
**Лагун Е. А.**, ст. преп.,  
Белорусский национальный технический университет,  
г. Минск, Республика Беларусь  
A. Leshchenko, student, K. Buikus, Ph. D. in Eng., Ass. Prof.,  
E. Lagun, Senior Lecturer,  
Belarusian National Technical University, Minsk, Belarus

*В данной статье рассматривается анализ рекламаций по качеству амортизаторов и основные дефекты возникающие в процессе эксплуатации.*

*This article discusses the analysis of complaints regarding the quality of shock absorbers and the main defects that arise during operation.*

**Ключевые слова:** амортизатор, эксплуатация, дефект.

**Keywords:** shock absorber, operation, defect.

## **ВВЕДЕНИЕ**

ООО «Еврозапчасть» – компания более 20 лет занимающаяся реализацией запасных частей, расходных материалов и аксессуаров для легковых, грузовых автомобилей, специальной техники и многих других транспортных средств.

Такой большой компании необходим собственный отдел, контролирующий процессы обработки и контроля качества товара, как внутреннего, так и клиентского, данный отдел имеет сокращенное название – ОТК.

Амортизатор подвески являются наиболее возвращаемой деталью в группе «Ходовая часть». Так как он является одним из основных элементов подвески автомобиля, так и наиболее часто возникают вопросы касательно их качества.

## АНАЛИЗ РЕКЛАМАЦИЙ ПО КАЧЕСТВУ АМОРТИЗАТОРОВ

Детали ходовой части являются основными элементами подвески автомобиля, стоит отметить количество наиболее возвращаемых деталей в этой группе. На рис. 1 представлен график количества рекламаций по качеству запасных частей в товарной группе «Ходовая часть» за 4 квартал 2023 года, за данный период времени было заявлено 6732 рекламации.

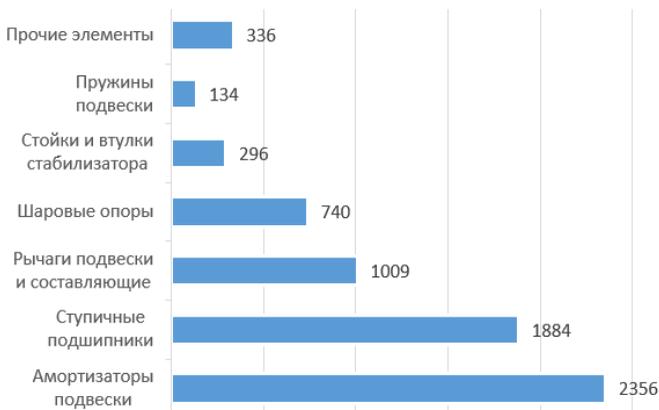


Рисунок 1 – Количество заявок на возврат в товарной группе «Ходовая часть»

Из вышеуказанной линейной диаграммы, мы видим, что самое большое количество рассматриваемых деталей в данной группе, это амортизаторы подвески, их количество составляет примерно 35 % (2356 шт.) от общего количества.

Заявленные дефекты амортизаторов могут быть как производственные, так и приобретенные, так же визуально различимые, и те, которые можно обнаружить только при установке на автомобиль либо испытательный стенд.

Практически все отклонённые рекламации потребителей по качеству амортизаторов имеют визуальные дефекты.

У каждого дефекта существуют разные причины их возникновения, и последствия.

В качестве примеров дефектов нарушения герметичности амортизаторов, повлекших за собой выход из строя амортизатора, можно привести следующие.

1. *На корпусе амортизатора наблюдаются отчливые следы масла.*

Причины: изнашивание уплотнения штока поршня в следствии длительного срока эксплуатации. Большая нагрузка при эксплуатации. Попадание песка или дорожной пыли (грязи).

Последствия: в результате это приводит к потере масла и снижению эффективности работы амортизатора.

2. *Нарушение хромового покрытия штока поршня, на штоке амортизатора присутствуют цвета побежалости металла (золотой, фиолетовый, синий).*

Причины: чрезмерное натяжение амортизатора при установке; Нарушение соосности крепежных элементов

Последствия: в результате приводит к износу уплотнения направляющей штока поршня, вследствие чего происходит потеря масла из корпуса и снижается эффективность работы амортизатора.

3. *Повреждение поршневого штока.*

Причины: при монтаже амортизатора поршневой шток фиксируется жестким инструментом (клещи, зажимы и т. д.) Вследствие этого происходит повреждение его поверхности.

Последствия: задиры на рабочей поверхности в процессе работы штока повреждают уплотнения и происходит потеря жидкости и снижение эффективности работы амортизатора.

Причины и последствия дефектов, сопровождающиеся посторонними шумами при работе амортизатора следующие.

1. Изношенные или преждевременно деформированные втулки (сайлентблоки) амортизатора.

Причины: естественный износ резинометаллических изделий в процессе эксплуатации, износ в следствии попадания абразивных частиц (песок, пыль и т. д.), износ при эксплуатации автомобиля с дорожным просветом в следствии неверной регулировкой пневмоподвески.

Последствия: шум при работе амортизатора (в основном стук).

2. Следы резьбы на внутренней части втулки амортизатора.

Причины: недостаточный момент затяжки, использование в процессе монтажа комплектующих, несоответствующих профилю или диаметру втулки.

Последствия: шум (стук) за счет зазора между втулкой и вершинами профиля резьбы (в таком случае на внутренней части втулки остается отчетливый след).

3. Следы трения на вставках корпуса амортизатора (для амортизаторов, устанавливаемых непосредственно через резьбовую втулку.)

Причины: недостаточный момент затяжки, использование старого резьбового крепежа в процессе монтажа, не установлен полный комплект комплектующих (к примеру, отсутствует уплотняющее кольцо.)

Последствия: фиксирующая вставка «стучит» о стойку амортизатора.

4) Блокирование штока амортизатора.

Причины: деформация штока поршня, возможно последствия дорожно-транспортного происшествия, нарушение технологии монтажа в следствии чрезмерного натяжения штока амортизатора.

Последствия: блокирование, заклинивание штока поршня в направляющей амортизатора.

5) Срыв направляющей (резьбовой) части опоры амортизатора.

Причины: установка амортизатора была выполнена с чрезмерным натяжением.

Последствия: Момент затяжки крепежной гайки был превышен, вследствие чего произошло разрушение внутренней структуры металла, что привело к разрыву соединения.

б) Трещины крепных отверстий либо крепных проушин для монтажа амортизатора.

Причины: повреждение или отсутствие отбойника при установке амортизатора, чрезмерная нагрузка в следствии езды по дорогам не предназначенных для автомобилей.

Последствия: амортизатор не выполняет свою функцию, либо выполняет с недостаточной эффективностью, либо посторонний шум при проезде неровностей.

К причинам и последствиям дефектов, которые могут привести к выходу из строя амортизаторов следует отнести.

1) Износ подшипников крепления амортизаторов.

Причины: естественный износ, попадание посторонних частиц в конструкцию подшипников, чрезмерная нагрузка, приводящая к деформации и последующему разрушению корпуса подшипников.

Последствия: выход из строя направляющей системы подвески, отсутствие оптимального сцепления шин с дорожным покрытием.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Отталкиваясь с вышеуказанной информации, можно утверждать, что большое количество визуальных дефектов амортизаторов, свидетельствуют о нарушении технологии монтажа и (или) эксплуатации. В то же время определение производственного дефекта амортизаторов при отсутствии внешних визуальных механических повреждений, возможно только при установке на испытательный стенд, который может имитировать работу амортизатора в условиях рабочих нагрузок.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Сборник дефектов при эксплуатации амортизаторов SACHS ZF AFTERMARKET; «KYB» JAPAN SHOCK ABSORBER.

2. Савич, Е. Л. Техническая эксплуатация автомобилей. В 2 ч. Ч. 1 / Е. Л. Савич, М. М. Болбас [Электронный ресурс]. – Режим доступа [https:// rep.bntu.by/bitstream/handle/data/21256/Tekhnicheskaya\\_ekhspluataciya\\_avtomobilej.pdf?sequence=6&isAllowed=y](https://rep.bntu.by/bitstream/handle/data/21256/Tekhnicheskaya_ekhspluataciya_avtomobilej.pdf?sequence=6&isAllowed=y). – Дата доступа 05.05.2024.

3. Савич, Е. А. Технология ремонта и производства автомобилей / Е. А. Савич; В. С. Ивашко, К. В. Буйкус [Электронный ресурс]. – Режим доступа [https://rep.bntu.by/bitstream/handle/data/5217/Tekhnologiya\\_proizvodstva\\_i\\_remonta\\_avtomobilej.pdf?sequence=10&isAllowed=y](https://rep.bntu.by/bitstream/handle/data/5217/Tekhnologiya_proizvodstva_i_remonta_avtomobilej.pdf?sequence=10&isAllowed=y). – Дата доступа 05.05.2024.

Представлено 29.05.2024

**ПЕРСПЕКТИВЫ И ТРУДНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ  
РОТАЦИОННЫХ КЛАПАНОВ В ДВИГАТЕЛЯХ  
ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ**

**PROSPECTS AND DIFFICULTIES OF USING ROTARY VALVES  
IN INTERNAL COMBUSTION ENGINES**

**Зайцев А. О.**, студ., **Мокиевец Д. А.**, студ.,  
**Серебряков И. А.**, канд. техн. наук,  
Белорусский национальный технический университет,  
г. Минск, Республика Беларусь  
A. Zaitsev, student, D. Mokievets, student,  
I. Serebryakov, Ph. D. in Eng.,  
Belarusian National Technical University, Minsk, Belarus

*Статья описывает принцип действия ротационных клапанов, а также трудности их применения в двигателях внутреннего сгорания.*

*The article describes the operating principle of rotary valves, as well as the difficulties of their application in internal combustion engines.*

**Ключевые слова:** ротационный клапан, двигатель.

**Keywords:** rotary valves, engine.

## ВВЕДЕНИЕ

Технология вращающегося клапанного механизма исключает все возвратно-поступательные части в узле клапанного механизма. Упрощенные вращающиеся клапаны заменяют распределительный вал, толкатели, коромысла, тарельчатые клапаны, держатели и сопутствующие детали (рис. 1).

## ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

Поворотный клапан представляет собой альтернативу традиционному тарельчатому клапану и используется для управления процессами впуска и выпуска в 4-тактном двигателе.

Простой вал с прорезью поперек его оси обеспечивает путь потока всасываемого заряда или выхлопных газов. Когда поворотный клапан поворачивается (вращается), прорези открываются перед отверстиями в головке блока цилиндров, которые позволяют всасываемому заряду попасть в цилиндр или позволяют выходить выхлопным газам. Вращение клапана синхронизируется с коленчатым валом, как и распределительный вал, для создания желаемых моментов газораспределения.

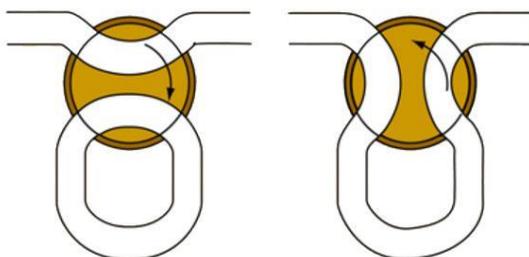


Рисунок 1 – Принцип действия ротационного клапана

Поворотные клапаны могут обеспечить очень эффективное заполнение и смешивание камер сгорания цилиндров, во многом благодаря эффекту своего поворота. Такое поведение приводит к увеличению скорости сгорания, измеренной на рабочих прототипах.

Поворотный клапан способен иметь очень высокие коэффициенты расхода (отношение фактического потока к идеальному расходу), когда он приближается к полностью открытому положению. Это намного выше, чем возможно даже для самых совершенных тарельчатых клапанов. Результатом является более эффективное заполнение и выхлоп топливно-воздушной смеси на всех оборотах двигателя.

К недостаткам ротационных клапанов можно отнести сложность уплотнения подвижной части, что порождает усиленный износ в этом месте, а также худшие показатели герметичности цилиндра по сравнению с классическими тарельчатыми клапанами

Роторно-клапанный двигатель может стать хорошей заменой двигателей с обычным клапаном так как дешевле в производстве и об-

служивании. Так как такие двигатели появились не так давно, поэтому у них есть хороший потенциал и есть шанс стать распространенным.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Vaztec's oil-free, rotating valvetrain technology [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.youtube.com/watch?v=DZU8tsNNxGA>. – Дата доступа: 20.05.2024.

2. Rotary Valves Make Normal Valves Look Silly - Why Aren't We Using Them? [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://vaztec.com/technology/>. – Дата доступа: 20.05.2024.

Представлено 29.05.2024

УДК 621.002

## ГЕНЕРАТОР «ДЖОНА БЕДИНИ» И ЕГО ПРИМЕНЕНИЕ В ЭКСПЛУАТАЦИИ АВТОМОБИЛЕЙ

### THE JOHN BEDINI GENERATOR AND ITS APPLICATION IN THE OPERATION OF CARS

**Тавгенъ И. А.**, студ., **Гурский А. С.**, канд. техн. наук, доц.,

Белорусский национальный технический университет,

г. Минск, Республика Беларусь

I. Tavgen, student, A. Gursky, Ph. D. in Eng., Ass. Prof.,

Belarusian National Technical University, Minsk, Belarus

*В работе рассматривается генератор энергии «Джона Бедини», его устройство, принцип работы и применение в эксплуатации автомобилей.*

*The paper examines the John Bedini energy generator, its device, principle of operation and application in the operation of cars.*

**Ключевые слова:** «генератор» устройство, применение.

**Keywords:** «generator» device, application.

## ВВЕДЕНИЕ

Джон Бедини, американский ученый, который изготовил генератор с выбросом радиантной энергии. Первый успешный прототип «самовращающейся» машины Джона Бедини был представлен в его буклете, вышедшем 1984 году под названием «Генератор свободной энергии Бедини».

А первая вживую показанная установка была представлена на школьной выставке в 1984 году Шауни Багмен (Shawnee Vaughman).

## УСТРОЙСТВО ГЕНЕРАТОРА

Основными элементами «Генератора энергии» Джона Бедини являются:

- энерджайзер – вращающийся маховик с несколькими постоянными;
- катушка на две обмотки с ферромагнитным основанием;
- аккумуляторная батарея;
- элементы управления – состоящие из транзистора, диода и резистора.

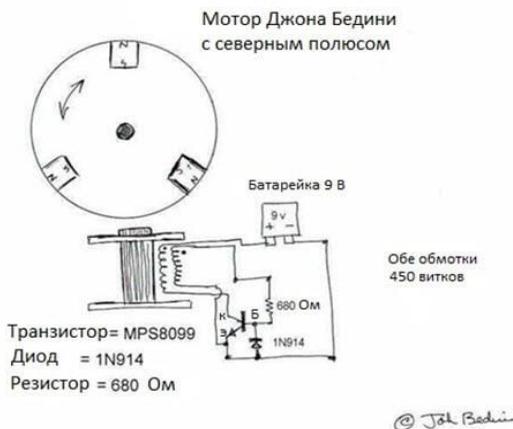


Рисунок 1– Схема генератора

## ПРИНЦИП РАБОТЫ

Во время вращения энерджайзера на первичной обмотке индуцируется ток, который открывает транзистор, в момент открытия транзистора ток от аккумуляторной батареи заряжает основную обмотку

и меняет полярность железных стержней, благодаря этому маховик начинает вращаться быстрее, когда приближается следующий магнит цикл повторяется и в момент закрытия транзистора появляется импульс высокого напряжения

## ПРИМЕНЕНИЕ В ЭКСПЛУАТАЦИИ АВТОМОБИЛЕЙ

«Однополярный двигатель Бедина» можно использовать для восстановления свинцовых аккумуляторных батарей от сульфатации.

Это происходит из-за кратковременного импульса высокого напряжения так как в момент приключения транзистора происходит разрыв катушки индуктивности и следуя закону электромагнитной индукции растет напряжение, а также в этот момент генерируется импульс радиантной энергии.

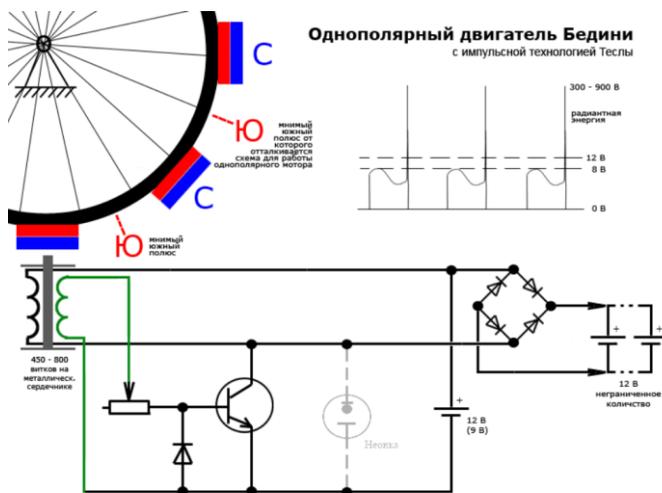


Рисунок 2 – Схема на основе генератора Бедина

## ВЫВОД

Генератор Джона Бедина является инновационной технологией для избавления от сульфатации аккумуляторных батарей. Однако точных данных о скорости избавления от сульфатации и увеличении емкости аккумуляторных батарей на данный момент нет.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Энергодар [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://energodar.net/energy.php?str=radiantnaya/bedini>. – Дата доступа: 20.05.2024.

Представлено 22.05.2024

УДК 629.017

## БЕСКОНТАКТНАЯ ЗАРЯДКА ЭЛЕКТРОМОБИЛЕЙ

### CONTACTLESS CHARGING OF ELECTRIC VEHICLES

**Филиппова А. М.**, студ., **Савич Е. Л.**, канд. техн. наук., проф.,  
Белорусский национальный технический университет,  
г. Минск, Республика Беларусь  
A. Filippova, student, E. Savich, Ph. D. in Eng., Prof.,  
Belarusian National Technical University, Minsk, Belarus

*Данная статья рассматривает принцип работы, технологию изготовления, тенденции и перспективы развития бесконтактной зарядки электромобилей, ее преимущества и недостатки.*

*This section examines the operating principle, manufacturing technology, trends and prospects for the development of contactless charging of electric vehicles, its advantages and disadvantages.*

**Ключевые слова:** электромобиль, бесконтактная зарядка электромобилей.

**Keywords:** electric car, contactless charging of electric vehicles.

## ВВЕДЕНИЕ

Технология неумолимо движется вперед, упрощая нашу повседневную жизнь и изменяя наши привычки. Подобно тому, как телефоны перешли от громоздких стационарных аппаратов к удобным смартфонам с бесконтактной зарядкой, так и электромобили всту-

пают на путь эволюции. На сегодняшний день технология бесконтактной зарядки электромобилей находится на стадии активного развития и внедрения. Ведущие автопроизводители, а также компании, специализирующиеся на энергетических решениях, занимаются исследованиями и разработкой этой технологии.

## ПРИНЦИП РАБОТЫ БЕСКОНТАКТНОЙ ЗАРЯДКИ ЭЛЕКТРОМОБИЛЕЙ

Бесконтактная зарядка электромобилей основана на принципе электромагнитной индукции. Эта технология позволяет передавать энергию от источника к приемнику без физического контакта между ними. Основными компонентами этой системы являются электромагнитные катушки, которые представляют собой медную проволоку, намотанную на сердечник, по которым проходит электрический ток. Одна катушка – это передатчик, который устанавливается на землю, а вторая катушка – приемник, который устанавливается на днище автомобиля. Когда электричество проходит через катушку-передатчик, оно создает магнитное поле. Под действием этого магнитного поля в катушке приемника индуцируется электрический ток, который заряжает аккумуляторы электромобиля (рис. 1).



Рисунок 1 – Бесконтактная зарядка электромобилей

## ЭТАПЫ РАЗВИТИЯ БЕСКОНТАКТНОЙ ЗАРЯДКИ ЭЛЕКТРОМОБИЛЕЙ

Ранние исследования фокусировались на создании надежных и эффективных систем передачи энергии без физического соединения. С течением времени усилия ученых были направлены на повышение эффективности передачи энергии и уменьшение потерь, что

позволило бы использовать бесконтактную зарядку в коммерческих продуктах.

Следующим этапом развития систем бесконтактной зарядки электромобилей стала интеграция с инфраструктурой. Разработка интегрированных решений для общественных зарядных станций, которые могли бы обеспечить бесконтактную зарядку электромобилей в общественных местах, таких как парковки и автостоянки (рис. 2).

Дальнейшие исследования ученых были направлены на изучение и разработку новых подходов, таких как динамическая зарядка, при которой электромобили могут заряжаться во время движения по специально оборудованным дорогам (рис. 3).



Рисунок 2 — Общественные беспроводные зарядные станции

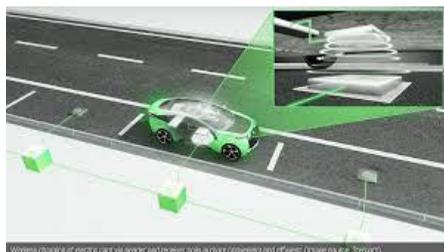


Рисунок 3 — Дорога с возможностью бесконтактной зарядки

Чем дальше ученые исследуют возможности бесконтактной зарядки электромобилей, тем больше новых возможностей появляется у этих систем. Все больше компаний и стран подключаются к исследованиям и разработкам. По всему миру внедряются и тестируются различные проекты, способствующие развитию этой отрасли.

## ПРЕИМУЩЕСТВА И НЕДОСТАТКИ БЕСКОНТАКТНОЙ ЗАРЯДКИ ЭЛЕКТРОМОБИЛЕЙ

Системы бесконтактной зарядки электромобилей имеют ряд преимуществ:

- не нужны зарядные станции, кабели, специальные разъемы, переходники, а в настоящее время существует 8 разъёмов для зарядки электромобилей;

- водителю не надо самостоятельно подключать автомобиль к зарядному устройству, достаточно припарковаться над передатчиком и процесс зарядки начнется автоматически;

- отсутствие прямого контакта между автомобилем и зарядной станцией снижает риск поражения электрическим током;

- новые возможности для передвижений.

Однако, как и любое устройство, система беспроводной зарядки имеет и свои недостатки:

- потери энергии при ее передаче между передатчиком и приемником (основной недостаток);

- большинство бесконтактных зарядных станций имеют меньшую максимальную мощность по сравнению с проводными аналогами;

- дороговизна;

- отсутствие инфраструктуры.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Бесконтактная зарядка электромобилей, как и принципе бесконтактная зарядка, изобретение довольно новое. И хоть пилотные проекты по внедрению бесконтактной зарядки электромобилей уже реализуются, это сфера все еще развивается. И развивается она в нескольких направлениях: увеличение эффективности таких зарядных устройств. Тут разработчики идут двумя путями: для зарядки, которая будет осуществляться на парковке, ищут способы увеличения передаваемой мощности за как можно меньший промежуток времени, а для систем, которые будут обеспечивать зарядку автомобилей на ходу – увеличения расстояния между передатчиком и приемником, а также возможной скорости движения автомобилей, при которой будет обеспечиваться зарядка. Работы в этом направлении включают в себя оптимизацию конструкции передатчиков и приемников, а также улучшение алгоритмов управления, чтобы обеспечить более эффективную передачу энергии.

Следующий, не менее важный вопрос, над которым будут работать ученые – исследования вопросов безопасности использования бесконтактной зарядки для людей, животных и окружающей среды.

Еще одним важным вопросом остается стандартизация вопросов, касающихся бесконтактной зарядки транспортных средств. В дальнейшем это упростит подключение между собой разных систем зарядки, и автомобилей в разных местах.

Развитие инфраструктуры позволит повысить удобство использования электромобилей и сделает их более привлекательными для потребителей. А переход на автомобили с нулевым уровнем выбросов – это тот путь развития, который наметили для себя уже очень многие развитые и развивающиеся страны.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Технологии беспроводной зарядки электромобилей [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://ele-va.pro/tag/wireless-charging/>. – Дата доступа: 18.01.2024.

2. Беспроводная зарядка электромобилей. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://habr.com/ru/companies/vdsina/articles/559785978/>. – Дата доступа: 17.01.2024.

3. Бесконтактная зарядка электромобилей [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://formulahybrid.ru/articles/2079-beskontaktnaja\\_zarjadka\\_jelektromobilejj.html](http://formulahybrid.ru/articles/2079-beskontaktnaja_zarjadka_jelektromobilejj.html). – Дата доступа: 19.01.2024.

4. Технология беспроводной зарядки электромобилей. Принципы, компании и перспективы [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://energostrana.ru/publications/tehologiya-besprovodnoj-zaradki-elektromobilej-principy-kompanii-i-perspektivy.html>. – Дата доступа: 20.01.2024.

Представлено 29.05.2024

## ИННОВАЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ В АВТОМОБИЛЕСТРОЕНИИ

### INNOVATIVE MATERIALS IN THE AUTOMOTIVE INDUSTRY

**Филиппова А. М.**, студ., **Изоитко В. М.**, канд. техн. наук, доц.,  
Белорусский национальный технический университет,  
г. Минск, Республика Беларусь  
A. Filippova, student, V. Izoitko, Ph. D. in Eng., Ass. Prof.,  
Belarusian National Technical University, Minsk, Belarus

*Данный раздел рассматривает инновационные материалы в автомобильестроении, возможности их применения, преимущества и недостатки, перспективы развития.*

*This section examines innovative materials in the automotive industry, the possibilities of their use, advantages and disadvantages, and development prospects.*

**Ключевые слова:** инновационные материалы, автомобилестроение, инновации.

**Keywords:** innovative materials, automotive industry, innovation.

#### ВВЕДЕНИЕ

Все мы знаем, что развитие автомобильной индустрии неумолимо продолжается и внедрение инновационных технологий происходит во всех ее областях.

Современная автомобильная индустрия стремится к созданию более безопасных и удобных автомобилей, которые смогут максимально эффективно использовать получаемую энергию, нанося при этом минимальный вред окружающей среде, и инновационные материалы играют в этом процессе не последнюю роль.

#### ИННОВАЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ

##### 1. Углепластик.

Углепластик – это полимерный композитный материал, состоящий из переплетенных нитей углеродного волокна, пропитанных полимерными смолами. Этот материал отличается высокой прочностью, жесткостью, пластичностью, малой массой и по некоторым характеристикам может превосходить даже высокопрочную сталь.

Углепластик применяют для изготовления кузовных деталей, рам и шасси, элементов салона и других систем (тормозные диски, рычаги подвески, глушители и выхлопные трубы) (рис. 1).



Рисунок 1 – Применение углепластика

## 2. Стеклопластик.

Стеклопластик — это вид композитных материалов, состоящих из стекловолоконного наполнителя и связующего вещества.

Он более доступен по сравнению с углепластиком, хотя и обладает меньшей прочностью и жесткостью.

Стеклопластик применяют для создания кузовных деталей, элементов интерьера, аэродинамических обтекателей и спойлеров. Стеклопластик также широко используется в ремонте и восстановлении кузовов автомобилей для заполнения трещин и восстановления формы элементов автомобиля после аварий.

## 3. Использование наночастиц.

Нанотехнологии используются для улучшения свойств материалов, таких как прочность, жесткость и устойчивость к коррозии. Наночастицы, например, могут быть добавлены к основным материалам для улучшения их характеристик.

Вот несколько возможных примеров применения наночастиц в автомобилестроении:

– наночастицы алюминия добавляются в краски и покрытия, применяемые на поверхностях автомобилей, чтобы обеспечить высокий блеск, защиту от коррозии и устойчивость к царапинам;

– углеродные наночастицы могут быть встроены в композитные материалы, используемые для изготовления кузовных деталей, чтобы улучшить их прочность, жесткость и устойчивость к ударам;

– наночастицы титана могут быть добавлены при изготовлении шин, для повышения износостойкости, сцепления с дорогой и улучшения характеристик торможения;

– наночастицы серебра могут быть использованы в фильтрах воздушной системы автомобиля для уменьшения бактерий и вирусов в воздухе, проходящем через систему вентиляции.

#### 4. Интеллектуальные материалы.

Интеллектуальные материалы – это материалы с дополнительными функциональными свойствами, которые могут изменяться в ответ на внешние раздражители, такие как температура, давление, электрический ток и другие.

Одним из представителей интеллектуальных материалов являются самовосстанавливающиеся материалы.

Такие материалы могут применяться при изготовлении автомобильных красок, или специальных покрытий, способных самостоятельно восстанавливать свою структуру и цвет после небольших повреждений. Это позволит владельцам сохранить внешний вид автомобиля на протяжении всего срока эксплуатации.

Следующая разработка – интеллектуальные стекла. Эти стекла могут изменять свою прозрачность или цвет в зависимости от уровня освещенности или другого условия.

Интеллектуальные стекла могут быть использованы для создания прозрачных дисплеев и экранов, которые смогут появляться и исчезать по команде. Это позволит интегрировать информационные и развлекательные системы непосредственно в стекла автомобиля (рис. 2).

Электроактивные материалы — это материалы, которые могут изменять свою форму, размер, жесткость или другие свойства под воздействием электрического поля.

В 2022 году компания BMW совместно с E-Ink Corporation показали на выставке в США внедорожник iX Flow, который в движении

может менять цвет с черного на белый и наоборот. В автомобиле используется электрофоретическая пленка, которая полностью программируется и дает возможность изменять цвет автомобиля или создавать на его кузове различные узоры и рисунки. Эта пленка состоит из миллионов микрокапсул, которые содержат отрицательно заряженный белый и положительно заряженный черный пигменты. Гранулы под действием электрического заряда поднимаются на поверхность микрокапсул, тем самым меняя цвет автомобиля.

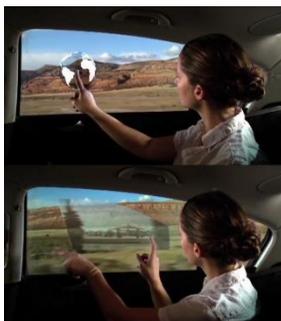


Рисунок 2 – Применение интеллектуального стекла

Термочувствительные материалы – это материалы, которые способны изменять свои свойства, такие как форма, размер, цвет или прозрачность, в зависимости от температуры окружающей среды или приложенного тепла (рис. 3).



Рисунок 3 – Термочувствительная краска

Использование материалов, изменяющих свою плотность или структуру в зависимости от температуры, может помочь улучшить теплоизоляцию автомобиля, чтобы поддерживать оптимальную температуру в салоне или защитить от солнечных лучей и излучений.

Некоторые материалы могут реагировать на температурные изменения, чтобы адаптировать комфорт сидений или систему климат-контроля в автомобиле. Термочувствительные покрытия или краски могут использоваться для обозначения изменений температуры в автомобиле, чтобы повысить безопасность и облегчить диагностирование неисправностей. Ну или просто позволит автолюбителям сделать свой автомобиль ярче и необычнее.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Инновационные материалы способны улучшить некоторые характеристики автомобилей, такие как уменьшение веса, увеличение прочности, повышенная эффективность использования топлива, а также снижение вибраций и шума. Благодаря постоянным исследованиям и разработкам в области новых материалов, автомобильная промышленность продолжает развиваться, стремясь к созданию более безопасных, экологически чистых и инновационных транспортных средств.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Новые материалы для автомобилей [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://dzen.ru/a/ZgujVCdkKFztbXzJ>. – Дата доступа: 18.01.2024.

2. Инновации в автомобильной отрасли [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://knaufautomot.com/innovatsii-v-avto>. – Дата доступа 17.01.2024).

3. Какие инновации и передовые технологии используются в автомобилестроении [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://msk-afisha.ru/innovatsii-i-peredovye-tehnologii-v-avtomobilestroenii/>. – Дата доступа: 19.01.2024.

4. Новые материалы и технологии для автомобилестроения [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [https:// bitstream.org/handle/10995/39047/1/uibch](https://bitstream.org/handle/10995/39047/1/uibch). – Дата доступа 20.01.2024.

Представлено 29.05.2024

## ОСОБЕННОСТИ ПОДБОРА АККУМУЛЯТОРНЫХ БАТАРЕЙ ДЛЯ РАЗЛИЧНЫХ УСТРОЙСТВ

### FEATURES OF SELECTING BATTERIES FOR VARIOUS DEVICES

**Чан Д. А.**, студ., **Серебряков И. А.**, канд. техн. наук,  
Белорусский национальный технический университет,  
г. Минск, Республика Беларусь  
Chan Duc Ahn, student, I. Serebryakov, Ph. D. in Eng.,  
Belarusian National Technical University, Minsk, Belarus

*В работе исследован подбор аккумуляторных батарей. Выдвинуто наиболее рациональное решение проблемы.*

*The paper studies the selection of storage batteries. The most rational solution to the problem is proposed.*

**Ключевые слова:** литий-ионный аккумулятор, параметры батареи, приспособление для вдавливания суппортов.

**Keywords:** lithium-ion battery, battery parameters, caliper pressing device.

#### ВВЕДЕНИЕ

Аккумуляторная батарея (АКБ) – это устройство, предназначенное для накопления и хранения электрической энергии с целью ее последующего использования. АКБ состоит из одной или нескольких электрохимических ячеек, каждая из которых содержит положительный и отрицательный электроды. Основная функция АКБ заключается в обеспечении питания потребителей электрическим током. На сегодняшний день в мире аккумуляторные батареи эксплуатируются в разных сферах, таких как, автомобили, электроинструмент, телефоны и т. д. Подбор аккумуляторных батарей достаточно важный вопрос. Это процесс, который требует учета большого количества факторов: температурный диапазон, емкость аккумулятора, вес, цена и т. д.

## АККУМУЛЯТОРНЫЕ БАТАРЕИ В ЭЛЕКТРОМОБИЛЯХ

Ранее в электромобилях использовали свинцово-кислотные никель-металлогидридные и никель-кадмиевые батареи. Их недостатками были такие как малая плотность энергии, большой вес и необходимость в частом обслуживании. На данный момент в электромобилях стали использовать литий-ионные и литий-железо-фосфатные батареи. Литий-ионные батареи превзошли своих предшественников во всех показателях, такие как: плотность энергии, удельный вес, скорость зарядки и долговечность. В данный момент на обычных электромобилях используют литий-железо-фосфатные батареи так как они более долговечные и безопасные, а также устойчивы к низким температурам. Для батареи с емкостью 40 кВт·ч запас хода может составить 240–280 км, а для батареи емкостью 100 кВт·ч он доходит до 600 км запаса хода.

Большое количество инструментов, такие как дрели, шуруповерты, пилы и др. часто работают на литий-ионных или никель-кадмиевых батареях, обеспечивая мобильность и удобство работы без проводов. Емкость батареи современного электроинструмента варьируется в пределах от 40-200 Вт·ч. Этого хватает для приемлемого времени работы.

В моем дипломном проекте было представлено электрическое приспособление для вдавливания цилиндров тормозных суппортов, где я использовал аккумуляторные батареи типоразмера 18650. Этот выбор был обоснован некоторыми ключевыми факторами. Размер: данный аккумулятор 18 мм в диаметре и 65 мм в длину, у данных аккумуляторов достаточно высокий ток разряда что позволяет моему изобретению работать на максимальной мощности без риска перегрева; также они энергоемкие что обеспечивает длительное время работы и, кроме того, они распространены на рынке и в случае неисправности их можно легко заменить.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате проведенного исследования видно, что подбор аккумуляторных батарей – достаточно важный вопрос. Нам надо учитывать большое количество нюансов: емкость, вес, размер, надежность и самое главное безопасность. Мы должны также учитывать среду

эксплуатации ведь в электромобилях предъявляются особые требования к тяговым аккумуляторным батареям.

Представлено 22.05.2024

УДК 62-144.3

## **ВЛИЯНИЕ СИСТЕМЫ ИЗМЕНЕНИЯ ДЛИНЫ ВПУСКНОГО КОЛЛЕКТОРА ДВИГАТЕЛЯ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ**

### **INFLUENCE OF THE SYSTEM FOR CHANGING THE LENGTH OF THE INTAKE MANIFOLD OF AN INTERNAL COMBUSTION ENGINE**

**Шарабайко Н. В.**<sup>1</sup>, учаш., **Куц А. Д.**<sup>2</sup> инж.,

<sup>1</sup>УО «Национальный детский технопарк»,

<sup>2</sup>Белорусский национальный технический университет,

г. Минск, Республика Беларусь

I. Sharabaika<sup>1</sup>, student, A. Kuts<sup>2</sup>, Eng.,

<sup>1</sup>UO "National Children's Technopark"

<sup>2</sup>Belarusian National Technical University, Minsk, Belarus

*В работе исследовано влияние системы изменения длины впускного коллектора двигателя внутреннего сгорания на его работу.*

*The paper investigates the influence of a system for changing the length of an internal combustion engine intake manifold on its operation.*

**Ключевые слова:** *впускной коллектор, изменение геометрии коллектора.*

**Keywords:** *intake manifold, change of manifold geometry.*

Известно, что в безнаддувном двигателе внутреннего сгорания заполнение цилиндров воздухом составляет около 80 %. Такая особенность снижает эффективность работы двигателя, увеличивает расход топлива и заставляет задумываться над устранением проблемы. Было

принято решение создать резонансный наддув, основанный на двух параметрах: вес воздуха и скорость потока.

При невысоких оборотах воздушный поток имеет небольшую скорость движения. В комплексе с редко открывающимися впускными клапанами это ведет к негативным последствиям. Из-за большой ширины канала снижается турбулентность воздуха, уменьшается эффективность перемешивания впускного воздуха и топливной смеси. Топливоздушная смесь хуже сгорает, и, как результат, снижается мощность.

Исследование показало, что лучшим вариантом для низких оборотов является коллектор с длинными патрубками малого диаметра, а для высоких оборотов – короткими патрубками, но с большим диаметром.

На данный момент используется система изменения геометрии впускного коллектора. Она бывает двух типов: изменение длины впускного коллектора и изменение его сечения. Некоторые производители используют сразу два способа вместе, но это намного дороже и сложнее в реализации.

Суть системы заключается в том, что во впускном коллекторе стоит клапан, который переключается между двумя ветками коллектора: длинной и короткой. Либо, если канала два, клапан перекрывает один из каналов. Обычно данный клапан контролируется электронным блоком управления двигателя. Схема работы данной системы представлена на рис. 1.

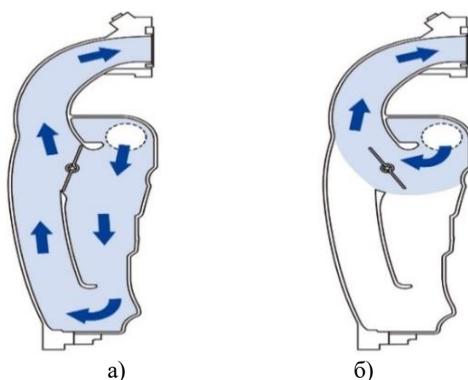


Рисунок 1 – Схема движения воздуха во впускном коллекторе:  
а) коллектор при низких оборотах; б) коллектор при высоких оборотах

Системы изменения длины впускного коллектора двигателя внутреннего сгорания является актуальной так как улучшается заполнение цилиндров воздухом, расширяется диапазон рабочих оборотов двигателя, увеличивается кутящий момент, уменьшается расход топлива. График изменения крутящего момента приведен на рис. 2.

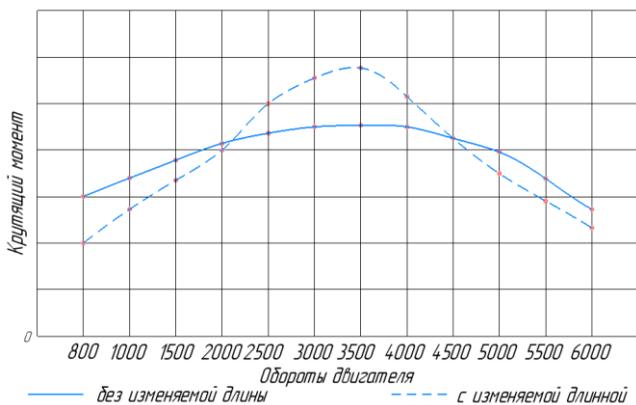


Рисунок 2 – График изменения крутящего момента

УДК 629.114. 2

## ЛИНЕЙКА ДВИГАТЕЛЕЙ WEICHAИ ДЛЯ ОАО «МАЗ»

WEICHAИ ENGINE RANGE FOR ОАО «МАЗ»

**Чжу Фаньюй**, магистрант,  
 Белорусский национальный технический  
 университет, г. Минск, Республика Беларусь  
 Zhu Fanyu, Master's student  
 Belarusian National Technical University, Minsk, Belarus

*Учитывая спрос Беларуси на грузовые двигатели и рынок, в статье рассказано о совместном предприятии «МАЗ-Хуайчай».*

*Considering Belarus' demand for cargo engines and the market, it chose the Maz-Huychay joint venture.*

**Ключевые слова:** *Huaichai Power, MA3.*

**Keywords:** *Huachai Power, MAZ.*

## ВВЕДЕНИЕ

Huaichai Power Co., Ltd. – китайская компания и крупнейший в мире производитель двигателей для грузовых автомобилей. Полное наименование Холдинговой группы «Маз»-«Минский автомобильный завод» и является одним из крупнейших производителей грузовых автомобилей в Беларуси. В сентябре 2017 года две компании создали совместное предприятие и провели церемонию закладки фундамента нового завода в индустриальном парке Джуши. Сертификат белорусской эксплуатации получен 1 октября 2019 года, что ознаменовало полное завершение строительства завода.

Huaichai Power Co., Ltd. предлагает множество типов двигателей, таких как двигатели для легковых автомобилей, двигатели для грузовых автомобилей, двигатели для машиностроительной техники, судовые двигатели, одиночные электростанции, промышленные электростанции, генераторные установки, газовые двигатели и двигатели для сельскохозяйственной техники (рис. 1).

Компания Zhuaichai установила в промышленном парке Джуши сборочные линии серий Евро-5-Европы-6 серий WP5, WP10, WP7 и WP12 для производства дизельных двигателей для грузовых автомобилей, спецтехники и автобусов. Итак, поговорим о конкретных двигателях.

Особенности двигателей WP5, WP7, WP10, WP12.

Серия WP5 рассчитана на мощность 132–162 кВт/2100 об/мин или 180–220 кВт/2100 об/мин с максимальным крутящим моментом 840 Нм/1200–1700 об/мин. Рядный четырехцилиндровый четырехтактный высокооборотный дизель. Высоковольтная система Common Rail, стандарт выбросов Евро V, подходит для грузовых автомобилей, автобусов и строительной техники.

Номинальная мощность серии WP7 составляет 176–235 кВт/2100 об/мин или 240–300 кВт/2100 об/мин, а максимальный крутящий момент – 1250 Н·м/1200–1600 об/мин. Рядный шестицилиндровый четырехтактный высокооборотный дизель, система Common

Rail высокого давления, экологический стандарт Евро VI, подходит для грузовых автомобилей, автобусов и строительной техники.

### двигатели для применения на грузовиках

Модель	диапазон мощности	эмиссия	Топливо
WP13	480  550	Евро III/IV/V	Дизельный Природный газ
WP12	336  460	Евро III/IV/V/V	Дизельный Природный газ
WP10	240  375 Большой мощности	Евро I/II/III/IV/V	Дизельный Природный газ
WP7	210  300	Евро III/IV/V	Дизельный Природный газ
WP6	180  245	Евро III/IV/V	Дизельный Природный газ
WP5	165  200 Средней мощности	Евро III/IV/V	Дизельный Природный газ
WP4	135  165	Евро III/IV/V	Дизельный Природный газ
WP2.1-4.3	49  143 Малой мощности	Евро III/IV	Дизельный

Рисунок 1 – Линейка двигателей для грузовых автомобилей

Серия WP10 доступна с номинальной мощностью 199–276 кВт/1900 об/мин или 270–375 кВт/1900 об/мин и максимальным крутящим моментом 16500 Нм/1200–1500 об/мин. Это рядный шестицилиндровый четырехтактный высокооборотный дизель. Система сгорания представляет собой систему Common Rail высокого давления, а стандарт выбросов соответствует Евро VI. Подходит для грузовых автомобилей, автобусов и строительной техники.

Двигатель WP12 имеет номинальную мощность 276–338 кВт/1900 об/мин и максимальный крутящий момент 1800–2100 Н·м/1000–1400 об/мин. Это рядный шестицилиндровый четырехтактный высокооборотный дизельный двигатель с системой Common Rail высокого давления, соответствующий стандартам выбросов Euro V/Euro VI для грузовых автомобилей, автобусов, строительной техники, энергетики и судостроения.

Эти двигатели локализованы вместе с производственной линией «Маз Хуайчай» и локализовано производство деталей. На МАЗе появятся двигатели Hуаichаi, тем более, что двигатели Hуаichаi очень

просты и удобны в обслуживании. Например, двигатели Weichai для грузовиков МАЗ, тягачей МАЗ-544028 (4х2) и МАЗ-643028 (6х4), самосвалов МАЗ-650128 (6х4) и т. д. Тогда в ближайшем будущем стоимость обслуживания МАЗ с двигателями Hуаichai снизится, что делает сервисы удобнее.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

За счет локализованного производства двигателей Мажуай Чай и производства новых деталей спрос будет постепенно удовлетворяться. Двигатели Hуаichai будут широко использоваться на МАЗ.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Официальный сайт Hуаichai Power [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [https://www.weichaipower.com/product\\_business/powertrain/engine/query/](https://www.weichaipower.com/product_business/powertrain/engine/query/). – Дата доступа: 20.05.2024.

2. Применение двигателя Hуаichai в МАЗ [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.gruzovikpress.ru/article/17324-dvigateli-weichai-dlya-gruzovikov-maz-zubr-s-serdtsem-drakona/>. – Дата доступа: 20.05.2024.

3. Маз Вейчай: китайский локомотив минских автомобилей [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://www.rmhb.com.cn/zt/ydy/202307/t20230712\\_800336595.html](http://www.rmhb.com.cn/zt/ydy/202307/t20230712_800336595.html). – Дата доступа: 20.05.2024.

4. Weichai становится важным источником энергии для грузовиков МАЗ в Беларуси. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [https://m.automotive.org.cn/news/article\\_5453.html](https://m.automotive.org.cn/news/article_5453.html). – Дата доступа: 20.05.2024.

Представлено 26.05.2024

## ЭЛЕКТРОЛИЗЕР НА ДВИГАТЕЛИ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ

### ELECTROLYZER FOR INTERNAL COMBUSTION ENGINES

**Шпилевский В. С.**, студ.,

**Серебряков И. А.**, канд. техн. наук, **Куц А. Д.**, инж.,  
Белорусский национальный технический университет,  
г. Минск, Республика Беларусь

V. Shpilevsky, student,

I. Serebryakov, Ph. D. in Eng., A. Kuts, Eng.,  
Belarusian National Technical University, Minsk, Belarus

*При анализе всех видов топлива, применяемых в двигателях внутреннего сгорания (ДВС), было выявлено большое количество недостатков при эксплуатации, так как ДВС, работающий на классических видах топлива достиг своего пика. Предлагается новый взгляд на привычные виды топлива путем установки на ДВС электролизера с электронным управлением ЭБУ.*

*When analyzing all types of fuels used in internal combustion engines (internal combustion engines), a large number of disadvantages were revealed during operation, since the internal combustion engine running on classic fuels has reached its peak. A new look at the usual types of fuel is proposed by installing an electrolyser with an electronically controlled ECU on the internal combustion engine.*

**Ключевые слова:** автомобиль, двигатель внутреннего сгорания, водород, электролизер.

**Keywords:** car, internal combustion engine, hydrogen, electrolyze.

#### ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время большое количество автомобилей работают с двигателями внутреннего сгорания. Основными недостатками является высокие выбросы в окружающую среду и достаточно большой расход топлива. Для снижения этих показателей прибегают к уменьшению объема двигателя, повышению давления на впуске,

изменению высоты подъема клапана, отключению цилиндров, изменению фаз газораспределения, но также можно внедрить инновационные технологии в двигатель для его улучшения [1].

«Зеленый» водород сегодня является частью глобальной мировой стратегии по снижению углеродного следа и переходу на возобновляемые источники энергии. Его получают экологически чистым способом без применения атомной энергии и природного газа. Самый безвредный метод – электролиз, когда через воду пропускают электрический ток.

Наше общество стоит на пороге революции бензиновых и дизельных двигателей с водородными. Уже сегодня, несмотря на отсутствие массового их производства для автомобильной техники, они конкурируют даже с электрокарами.

### ЭЛЕКТРОЛИЗЕР НА ДВС

Для опыта был взят мотоцикл Минск 125, 1991 г. в. Подключаем электролизер к генератору на мотоцикле, а выходной шланг с чистым водородом подключаем место воздушного фильтра.

Для более стабильной работы необходима большая площадь активной зоны. Для этого вполне достаточно стандартного генератора, (12 V. 65 W.), установленного на 2-хтактный двигатель внутреннего сгорания (рис. 1).

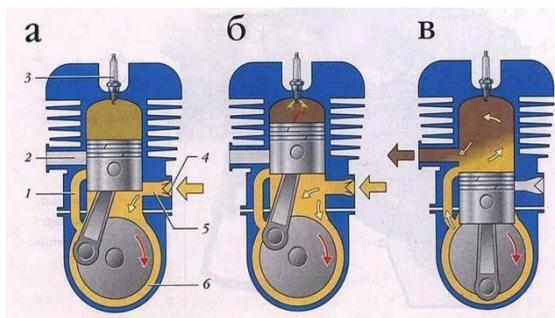


Рисунок 1 – Работа двухтактного ДВС

Сложность переоборудования 2-т двигателей связано с тем, что моторное масло для смазывания поршня и всей камеры сгорания происходит вместе с бензином.

Чтобы подавать через карбюратор только чистое масло вместо бензиново-масляной смеси, необходимо осуществить следующую подготовку карбюратора (рис. 2):

- разобрать карбюратор К2401;
- опустить иглу подачи топлива в самое нижнее положение;
- собрать карбюратор обратно;
- винт подачи топлива закрутить до упора.

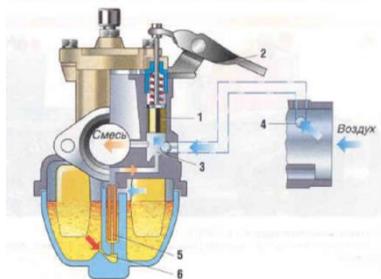


Рисунок 2 – Карбюратор

Принцип трансформации возвратно-поступательных движений кривошипно-шатунного механизма в полезную работу остается неизменным. Если горение нефтяного топлива происходит достаточно медленно, топливно-воздушная смесь наполняет камеру сгорания раньше, чем поршень займет крайнее верхнее положение (верхнюю мертвую точку), то стремительная реакция водорода дает возможность сдвинуть время впрыска ближе к тому времени, когда поршень начинает возвращаться к нижней мертвой точке. При этом давление в топливной системе не обязательно будет высоким.

Запуск двигателя:

- 1) при помощи ключа зажигания или кнопки на руле мотоцикла выключить подачу искры на свечу зажигания;
- 2) включить дневные ходовые огни мотоцикла;
- 3) сделать несколько нажатий ноги на кикстартер (для забора водорода в двигатель);
- 4) включить подачу искры на свечу зажигания;
- 5) снова нажать ногой на кикстартер и осуществиться запуск двигателя на водороде, извлеченном из воды с помощью электролизера.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В своей работе я показал, как в домашних условиях можно переоборудовать бензиновый двигатель в водородный.

Гипотеза, поставленная в работе, подтверждена успешным переоборудованием двигателей мотоцикла и мотоцикла.

Задачи исследования выполнены в полном объеме: изучена история водородных двигателей, сконструировано несколько рабочих моделей электролизеров, освоена разборка и сборка двухтактных двигателей внутреннего сгорания, а также подготовка их к работе на воздушно-водородной смеси. Надежность и работоспособность конструкции я подтвердил успешным запуском переоборудованных двигателей.

Считаю, что цель работы достигнута, так как выполнены ее основные задачи. Однако для меня лично – это всего лишь начальная ступень в моем конструировании водородных двигателей. Работа с двигателями, переоборудование которых представлено в работе – это одна из видимых мною реализаций.

По результатам моих экспериментов считаю выполненное в работе переоборудование перспективным. За водородной энергетикой – будущее. Человек, использующий переоборудованные таким образом двигатели, не будет вдыхать вредные выбросы газов, которые образуются при работе классических двигателей внутреннего сгорания и загрязняют окружающую среду.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Водородная ячейка для автомобиля [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://wheelnews.ru/vodorodnaya-yacheuka-dlya-avtomobilya/>. – Дата доступа: 08.11.2022.

2. Что такое электролизер, его принцип работы, конструкция и виды [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://uteplimvse.ru/interesnye-statii/chto-takoe-elektrolizer-ego-princip-raboty-konstrukciya-i-vidy.ht>. – Дата доступа: 25.03.2022.

3. Альтернативные схемы двигателей: пособие для студентов специальности 1-37 01 01 «Двигатели внутреннего сгорания» / Белорусский национальный технический университет, Кафедра «Двигатели внутреннего сгорания»; сост. В. В. Альферович. – Минск : БНТУ, 2022. – 49 с.

Представлено 15.06.2024

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СИСТЕМ ГЛОБАЛЬНОЙ СПУТНИКОВОЙ НАВИГАЦИИ В ПРОЕКТИРОВАНИИ И ЭКСПЛУАТАЦИИ АВТОТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ

### USE OF GLOBAL SATELLITE NAVIGATION SYSTEMS IN THE DESIGN AND OPERATION OF VEHICLES

Лиштван А. А., инж.,  
Гурский А.С., канд. техн. наук, доц.,  
Белорусский национальный технический университет,  
г. Минск, Республика Беларусь  
А. Lishtvan, Eng., A. Gursky, Ph. D. in Eng., Ass. Prof.,  
Belarusian National Technical University, Minsk, Belarus

*В работе рассказывается о международных системах мониторинга и взаимодействию их с искусственным интеллектом совместимым с глобальной навигационной спутниковой системы, имитации построения автопилота для автомобиля.*

*In this work, a talks about international monitoring systems and their integration with artificial intelligence compatible with the Global innovation satellite system, simulating the construction of an autopilot for a car.*

**Ключевые слова:** международные системы мониторинга, автомобиль, имитация.

**Keywords:** international monitoring systems, car, simulation.

#### ВВЕДЕНИЕ

Глобальная навигационная спутниковая система (ГНСС), известная как GNSS, объединяет наземное и космическое оборудование для точного определения местоположения объектов в пространстве. Еще в середине прошлого века были разработаны первые прототипы GPS, ГЛОНАСС и других систем глобальной спутниковой навигации. Ежедневно и в любую погоду и время эти технологии помогают пользователям найти координаты различных объектов Прогресс не стоит на месте, и уже при помощи искусственного интеллекта можно

строить оптимальные маршруты для перевозок, дистанционного диагностирования.

## ОПИСАНИЕ ГНСС И ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА

В ГНСС включены различные спутники, которые находятся на околоземной орбите и передают сигналы на определенной частоте – это космический уровень.

Наземный уровень включает в себя сеть следящих (или базовых) станций и антенн, которые отслеживают и координируют положение навигационных спутников на орбите.

Пользовательский уровень – это любое устройство, которое может принимать сигналы со спутников GPS, ГЛОНАСС или других систем. Персональные компьютеры, планшеты, смартфоны, автомобили ноутбуки, GPS-трекеры, навигаторы, роверы и другая техника, которая может определять свое местоположение, является ГНСС-приемниками.

Современные навигационные системы не только могут определить координаты, но и способны рассчитывать скорость и направление движения объектов, которые принимают сигналы от навигационных спутников.

Геометрическая фигура, создаваемая спутниками, определяет точность устройства для определения местоположения. Более двадцати спутников используются в глобальных GPS и ГЛОНАСС, в то время как все навигационные спутниковые системы имеют как минимум пять спутников на орбите.

Существует несколько глобальных навигационных систем второго поколения, включая американскую GPS, российскую ГЛОНАСС, европейскую Galileo и китайскую Beidou, которые лидируют в мировой навигации. Они работают на основе одинакового принципа, но отличаются количеством спутников и их расположением на орбите. Для обеспечения глобального покрытия каждая из систем использует группу спутников средней околоземной орбиты, состоящую из 18–30 спутников, которые находятся на нескольких орбитальных плоскостях. Все спутники имеют наклоны орбит более 50° и движутся на высоте примерно 20 000 километров и выше.

Региональные навигационные системы, такие как DORIS из Франции, QZSS из Японии и NAVIC из Индии, активно поддерживают глобальные системы GPS и ГЛОНАСС. Эти страны стремятся

к повышению точности определения координат на своей территории, что делает огромный вклад в мире навигации.

Издrevле люди пользовались различными методами определения своего местоположения в пространстве. Помощью им служили как различные навигационные инструменты (такие как буссоль и астролябия) или звезды. (Буссоль – прибор для топографического измерения углов. Астролябия – один из старейших астрономических инструментов, служивший для измерения горизонтальных углов и определения широт и долгот в небе).

Но история знает много случаев, когда подобные измерительные системы имели большие погрешности в точности определения местоположения. Сейчас же современные спутниковые технологии могут минимальной погрешностью (1,5–5 метров) определить местоположение объекта в пространстве, времени и его скорости движения, а новейшие искусственно-интеллектуальные системы могут просчитать его дальнейший маршрут.

Около 20 лет назад начались первые публичные разработки автоматического управления в транспорте, которыми сейчас уже никого не удивить. Тот прогресс, который люди наблюдают сегодня при помощи искусственного интеллекта, был невозможен еще 10 лет назад.

В крупных городах мира, машины на автопилоте стали привычным явлением, а иногда даже без обязательного присутствия водителя.

На данный момент китайские учёные уже производят первые опыты внедрения систем оплаты непосредственно в сам автомобиль. Их разработки настроены на то, чтобы автомобиль на автопилоте подъезжал к заправочной станции, оплачивал необходимое/установленное водителем количество топлива, самостоятельно заправлялся и покидал место обслуживания. Чтобы научить компьютер автономно управлять автомобилем, выстраивается классический рабочий процесс, включающий в себя поиск данных, разметка, обучение модели, затем следует циклическая работа над улучшением параметров точности и скорости модели, и последующая диагностика.

## СРАВНЕНИЕ СПУТНИКОВЫХ СИСТЕМ

Сравнение GPS и ГЛОНАСС началось в 1970-х годах, когда США и Советский Союз запустили свои спутниковые системы для военных целей. Впоследствии, при применении навигации в гражданских

целях, обе системы стали развиваться параллельно. В настоящее время эти глобальные навигационные системы имеют полноценные орбитальные группировки, обеспечивающие всемирное покрытие.

На орбите расположено множество спутников, например, GPS имеет в своем распоряжении 32 аппарата, а ГЛОНАСС – 26. Важно отметить, что каждая система ГНСС работает непрерывно с 24 спутниками. Размещение спутников на орбите также отличается: в GPS они распределены по 6 плоскостям, каждая с 4 аппаратами, а в ГЛОНАСС – 8 спутников, размещенных в трех различных плоскостях. Определение координат имеет свои особенности: погрешность в ГЛОНАСС выше, чем в GPS. Для российской системы ошибка составляет от 3 до 6 метров, в то время как для американской ГНСС диапазон колеблется от 2 до 4 метров. Однако, одновременное использование GPS и ГЛОНАСС позволяет сократить погрешность до 1,5–3 метров.

Сегодня каждое устройство имеет возможность работы с GPS, ГЛОНАСС и другими системами ГНСС, что позволяет получать точные результаты независимо от местоположения. Выбор между GPS и ГЛОНАСС остаётся на усмотрение пользователя, учитывая особенности их региона. Покрытие Земли на 100 % является главным преимуществом GPS, в отличие от ГЛОНАСС, который не доступен во всех частях планеты. Однако совместное использование GPS и ГЛОНАСС позволяет компенсировать их недостатки и обеспечивает пользователям точные и качественные данные.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Если отталкиваться от современной ситуации в мире, то белорусам выгоднее использовать российскую ГЛОНАСС, в связи с территориальными особенностями. Однако использования в ней искусственного интеллекта пока ещё не получило такого активного изучения как в американской GPS, китайской Beidou, и японской NAVIC.

Изучение искусственного интеллекта и внедрение его в рабочий процесс поможет улучшить уровень и повысить качество логистических услуг для белорусских автотранспортных фирм.

## ЛИТЕРАТУРА

1. GPS, ГЛОНАСС и другие системы глобальной спутниковой навигации [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.gdemoi.ru/blog/gps-glonass-gnss/>. – Дата доступа: 05.06.2024.

Представлено 15.06.2024

УДК 621.43.629

## СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ СИСТЕМ ОХЛАЖДЕНИЯ ДВИГАТЕЛЕЙ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ

### COMPARATIVE ANALYSIS OF COOLING SYSTEMS OF INTERNAL COMBUSTION ENGINES

**Фалей П.А.**<sup>1</sup>, учаш. **Куц А. Д.**<sup>2</sup>, инж.,

<sup>1</sup>УО «Национальный детский технопарк»

<sup>2</sup>Белорусский национальный технический университет,  
г. Минск, Республика Беларусь

P. Falei<sup>1</sup>, student, A. Kuts<sup>2</sup>, Eng.,

<sup>1</sup>UO "National Children's Technopark"

<sup>2</sup>Belarusian National Technical University, Minsk, Belarus

*В статье описан сравнительный анализ систем охлаждения двигателей внутреннего сгорания.*

*The article describes a comparative analysis of cooling systems of internal combustion engines.*

**Ключевые слова:** *система охлаждения, комбинированное охлаждение.*

**Keywords:** *cooling system, combined cooling.*

## ВВЕДЕНИЕ

Двигатель функционирует надежно и эффективно лишь в случае строгого придерживания определенного теплового режима. Ключе-

вые характеристики двигателей, такие как эффективность и надежность, в значительной степени зависят от способности системы охлаждения поддерживать оптимальный тепловой режим вне зависимости от скорости вращения коленчатого вала, условий нагрузки и воздействия внешних факторов, включая окружающую среду. Главной задачей системы является поддержание оптимальной температуры двигателя в различных условиях его работы, обеспечивая его эффективность и безопасность. Для передачи тепла от двигателя применяется специальное охлаждающее вещество, такое как жидкость или воздух.

## АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ СИСТЕМ ОХЛАЖДЕНИЯ

Существуют следующие виды систем охлаждения:

- 1) воздушная (открытого типа);
- 2) жидкостная (применяется закрытая жидкостная система охлаждения, связанная с атмосферой через клапан. Избыточное давление в системе позволяет увеличить температуру кипения жидкости, что исключает излишнее парообразование);
- 3) комбинированная.

Автомобильные системы охлаждения двигателей с каждым годом становится всё прогрессивнее, и мировые производители совершенствуют её постоянно, стараясь довести до идеальной работы. Но, по сути, она как выполняла, так и выполняет две основные функции:

- 1) отвод тепла от блока цилиндров и других деталей ДВС;
- 2) быстрый прогрев двигателя до рабочей температуры.

Как видно из графиков (рис. 1), комбинированный тип, несомненно, превосходит воздушный по надежности и эффективности.

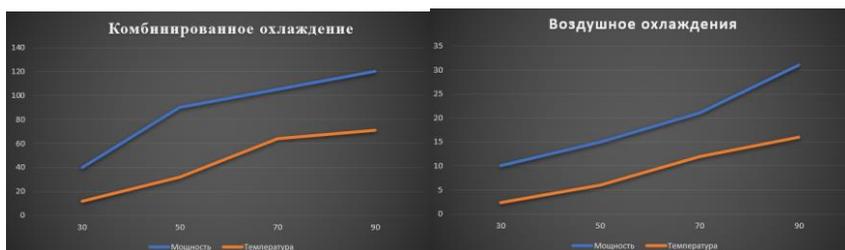


Рисунок 1 – Сравнительный анализ систем охлаждения

Также стоит обратить внимание на такие факторы как производительность водяного насоса, радиатора, вентиляторы, а также диаметры патрубков. В связи с этим можем сформулировать факторы, влияющие на эффективность современных систем охлаждения.

Факторы, влияющие на эффективность системы охлаждения ДВС:

1. Конструкция радиатора является одним из ключевых факторов. Она включает в себя количество рядов, форму трубок и структуру радиатора.

2. Один из дополнительных средств охлаждения радиатора – использование вентилятора. Который включается при повышении температуры антифриза.

3. Однако, необходимо уделить внимание чистоте радиатора. Будучи расположенным в передней части автомобиля, радиатор притягивает к себе всю встречную грязь.

4. В системе охлаждения автомобильного двигателя существует необходимость в эффективной циркуляции жидкости. Для этой цели, применяется центробежный насос, известный также как помпа. Основной функцией помпы в системе охлаждения является создание давления, чтобы обеспечить принудительную циркуляцию охлаждающей жидкости в контурах.

5. Диаметр и пропускная способность патрубков.

6. От свойств теплоносителя (охлаждающей жидкости).

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Альтернативных путей развития у систем охлаждения в современном мире нет, поэтому автопроизводители в массовом порядке переходят на централизованное управление рабочими температурами. Безусловно, новые технологии и разработки увеличивают эффективность системы охлаждения, но и стоимость конечного продукта увеличивается так что за последние 8 лет система охлаждения обходится потребителю примерно в десять раз дороже.

Представлено 15.05.2024

## ИСПЫТАНИЯ САМОДЕЛЬНОГО ЛИНЕЙНОГО ГЕНЕРАТОРА И ИХ АНАЛИЗ

### TESTS OF A HOME-MADE LINEAR GENERATOR AND THEIR ANALYSIS

**Невертович В. Д.**<sup>1</sup>, учаш., **Янушкевич Е. А.**<sup>1</sup>, учаш.,

**Серебряков И. А.**<sup>2</sup>, канд. техн. наук,

<sup>1</sup>УО «Национальный детский технопарк»

<sup>2</sup>Белорусский национальный технический университет,

г. Минск, Республика Беларусь

V. Nevertovich<sup>1</sup>, student, E. Yanushkevich<sup>1</sup>, student,

I. Serebryakov<sup>2</sup>, Ph. D. in Eng.,

<sup>1</sup>UO "National Children's Technopark"

<sup>2</sup>Belarusian National Technical University, Minsk, Belarus

*В статье описан анализ испытаний линейного генератора.*

*The article describes the analysis of the tests of a linear generator.*

**Ключевые слова:** линейный генератор, осциллограмма напряжения.

**Keywords:** linear generator, voltage oscillogram.

#### ВВЕДЕНИЕ

Учащимися Национального детского технопарка была разработана трехмерная модель линейного генератора в сборе с ДВС, а также изготовлен прототип из доступных материалов для проведения испытаний.

Наиболее объективной характеристикой собранного прототипа будет осциллограмма выходного напряжения. Осциллограммы снимались с помощью цифрового осциллографа DSO Fnrsi 150, который обеспечивает достаточную точность, а также обладает удобством и портативностью.

По итогам измерений были получены осциллограммы следующего вида (рис. 1).



Рисунок 1 – Оциллограмма выходного напряжения

## АНАЛИЗ РЕЗУЛЬТАТОВ

Из оциллограммы видно, что напряжение имеет пульсирующий характер с ярко выраженной направленностью.

Анализ полученных результатов свидетельствует о том, что выходная мощность электрогенератора в основном определяется магнитной энергией постоянных магнитов, т. е. их объемом (массой) и удельной магнитной энергией (остаточной индукцией и коэрцитивной силой), и частично может быть повышена за счет оптимизации конструкции генератора. Диаметр обмоточного провода катушек в каждой конкретной модели генератора определяет выходное напряжение, но не влияет на выходную мощность.

В исследованиях других ученых, например, из университета Северной Флориды [1], можно найти такие данные. Выходное напряжение увеличивается с увеличением количества петель в поперечном направлении. Однако выходная мощность не увеличивается бесконечно. Это связано с тем, что даже при увеличении напряжения сопротивление провода увеличивается быстрее, что уменьшает ток через провод и приводит к снижению выходной мощности. Поэтому для поперечного направления тоже существует оптимальное количество петель. Если бы в преобразователе использовались шесть магнитов, максимальная выходная мощность была бы достигнута при длине катушки 0,25 м и внешнем диаметре катушки 0,5 м.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Формы сигналов, показанные на рис. 1, имеют относительно высокие пики по сравнению с остальной частью области, что создает большую разницу между среднеквадратичными или средними выходными значениями и пиковыми значениями. Основным фактором, влияющим на форму сигнала при заданном  $H$ , является длина катушки. Чтобы лучше понять, как длина катушки влияет на разницу между пиковым и среднеквадратичным напряжением, они вместе с отношением пикового напряжения к среднеквадратичному были построены в зависимости от длины катушки.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Linear Generators in Wave Energy Conversion: Performance, Feasibility and Location study / UNF Graduate Theses and dissertations / University of North Florida, – 2021.

Представлено 15.06.2024

**СЕКЦИЯ «ГИДРОПНЕВМОАВТОМАТИКА  
И ГИДРОПНЕВМОПРИВОД»**

## СРАВНЕНИЕ МАНЕВРЕННОСТИ ШАРНИРНО - СОЧЛЕНЕННЫХ МАШИН

### COMPARISON OF MANEUVERABILITY OF ARTICULATED MACHINES

**Губин Н. И.**, студ., **Клоков Д. В.**, канд. техн. наук, доц.,  
Белорусский национальный технический университет,  
г. Минск, Республика Беларусь  
N. Gubin, student, D. Klokov, Ph. D. in Eng., Ass. Prof.,  
Belarusian National Technical University, Minsk, Belarus

*В статье рассматривается вопрос маневренности шарнирно-сочлененных машин как важный аспект в их работе при заготовке лесоматериалов.*

*The article examines the issue of maneuverability of articulated machines as an important aspect in their work when harvesting timber.*

**Ключевые слова:** *шарнирно-сочлененные машины, лесная техника, харвестер, маневренность*

**Keywords:** *articulated machines, forestry equipment, harvester, maneuverability*

#### ВВЕДЕНИЕ

В статье будут рассмотрены машины с колесной формулой 8×8, как наиболее проходимые с повышенной устойчивостью, уверенной работой на склонах и сниженным давлением на грунт за счет большей площади соприкосновения колес и распределения веса на него.

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ МАНЕВРЕННОСТИ будет осуществлен для харвестеров AMKODOR FH3081 и JOHN DEERE 1270G 8W, обе машины имеют колесную формулу 8×8.

Харвестер – многофункциональная самоходная лесная техника, использующая гусеничную или колесную базу, способная производить широкий ряд возможных операций – валку, обрубку сучьев, па-

кетирование и раскряжевку сортиментов на лесосеке при выборочных и сплошных рубках. За счет данной машины множество операций по вырубке леса выполняются автоматизировано.

Количество ведущих колес сильно влияет на проходимость машины что довольно актуально в лесной местности, где грунт может представлять собой как довольно твердую поверхность, так и размытые почвы. При условиях затруднительной проходимости лучше отдать предпочтение машинам с 6-8 ведущими колесами. В условиях удовлетворительной проходимости будет хватать машины с 4-мя ведущими колесами.

Поскольку разработка леса ведется в тяжелых условиях, то важна не только большая грузоподъемность техники, но и ее маневренность. Маневренность – это эксплуатационное свойство машины, определяющее ее способность изменять установленным способом свое местоположение на небольшой площади при условиях, которые требуют движения по траектории большого поворота. Это довольно актуальный вопрос для лесозаготовочной техники, так как не всегда удается развернуться или изменить положение машины в условиях узкого пространства из-за густоты леса.

Оценка маневренности шарнирно-сочлененных машин осуществляется основываясь на расчетной схеме приведенной на рис. 2. Общий вид харвестера приведен на рис. 1.

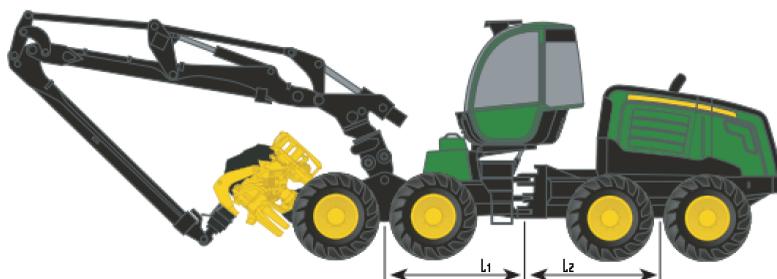


Рисунок 1 –Условное изображение харвестера

Машина являет собой систему, включающую в себя пару шарнирно-сочлененных модуля, которые связаны между собой с помощью вертикально-горизонтального шарнира. Поворот такой техники

осуществляется за счет складывания полурам, под нагрузкой гидроцилиндров. [4]

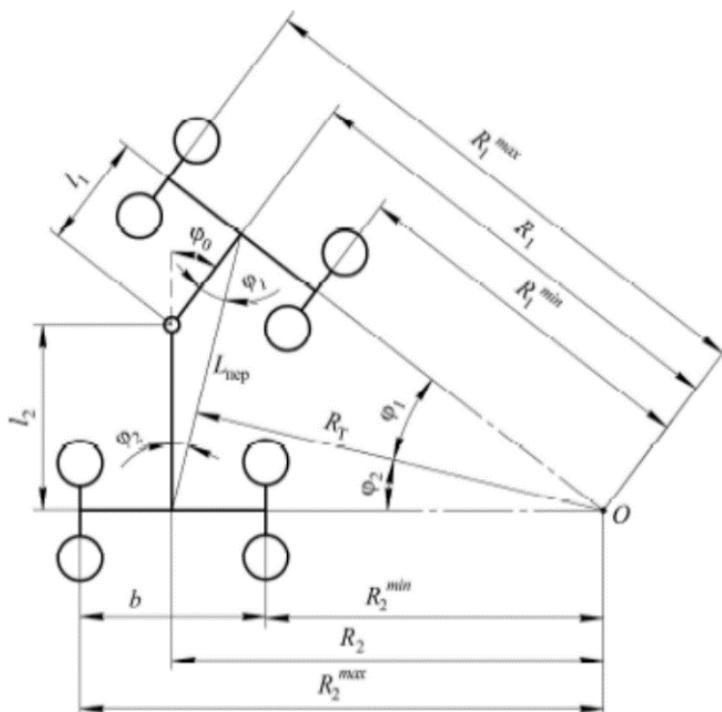


Рисунок 2 - Расчетная схема для анализа маневренности шарнирно-сочлененной лесозаготовительной техники

Значение размеров переднего и заднего моста рассматриваемых харвесторов приведены в табл. 1.

Таблица 1

Название Харвестера	Размер $l_1$ (мм)	Размер $l_2$ (мм)
AMKODOR FH3081	2050	2150
JOHN DEERE 1270G 8W	2150	2280

Средний радиус поворота  $R_T$  (м) шарнирно-сочлененной машины, не включающий в себя явление бокового отклонения шин определяется по зависимости:

$$R_T = \frac{L_{\text{пер}}}{\text{tg}\varphi_1 + \text{tg}\varphi_2}, \quad (1)$$

где  $L_{\text{пер}}$  – длина изменяемой базы машины, м;

$\varphi_1, \varphi_2$  - углы промеж продольных осей модулей и отрезком, связывающим середины переднего и заднего мостов соответственно, град.

Изменяемая база машины  $L_{\text{пер}}$  (м) находится по теореме косинусов:

$$L_{\text{пер}} = \sqrt{l_1^2 + l_2^2 - 2l_1 \cdot l_2 \cdot \cos \varphi_0}, \quad (2)$$

где  $l_1$  – расстояние между осью вертикального шарнира и задней осью шарнирно-сочлененной машины, м;

$l_2$  – расстояние между осью вертикального шарнира и передней осью шарнирно-сочлененной машины, м [4].

Величина углов  $\varphi_1, \varphi_2$  (град) находятся опираясь на известные длины  $l_1, l_2$  (м) и угол поворота  $\varphi_0$  (град) переднего модуля относительно продольной оси с использованием уравнения (1.2) и теоремы синусов по зависимостям:

$$\varphi_1 = \arcsin \left( \frac{l_2}{L_{\text{пер}}} \cdot \sin \varphi_0 \right), \quad \varphi_2 = \arcsin \left( \frac{l_1}{L_{\text{пер}}} \cdot \sin \varphi_0 \right), \quad (3)$$

При заданном угле  $\varphi_0 = 30^\circ$  значения среднего радиуса поворота будут равны:

$$\text{AMKODOR FH3081: } R_T = \frac{2,73}{\text{tg}(51,09) + \text{tg}(47,9)} = 1,32(\text{м})$$

$$\text{JOHN DEERE 1270G 8W: } R_T = \frac{2,88}{\text{tg}(51,46) + \text{tg}(47,53)} = 0,97(\text{м})$$

Расчеты показали, средний радиус поворота харвестера JOHN DEERE 1270G 8W меньше, чем у AMKODOR FH3081, что было достигнуто за счет подбора более эффективных значений параметров расположения переднего и заднего мостов относительно друг друга.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [https://daltimbermash.ru/sites/daltimbermash.ru/files/docs/jd\\_1270g\\_8w\\_ru\\_0802.pdf](https://daltimbermash.ru/sites/daltimbermash.ru/files/docs/jd_1270g_8w_ru_0802.pdf). – Дата доступа: 20.05.2024.
2. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://product-line.amkodor.by/amkodor-fn3081/>. – Дата доступа: 20.05.2024.
3. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://dks-tehnika.ru/info/kharvester-ego-preimushchestva-i-nedostatki/>. – Дата доступа: 20.05.2024.
4. Основы проектирования лесных машин и системы автоматизированного проектирования. Часть 1: учеб. – метод. пособие для студентов специальности 1-36 05 01 «Машины и оборудование лесного комплекса» специализации 1-36 05 01 01 «Машины и оборудование лесной промышленности» / С. А. Голякевич, А. Р. Горонковский. – Минск БГТУ, 2015. – 127 с.

Представлено 15.06.2024

## ПРИЗНАКИ НЕИСПРАВНОСТЕЙ НАСОСОВ ДОЗАТОРОВ В ГИДРООБЪЁМНОМ РУЛЕВОМ УПРАВЛЕНИИ

### SIGNS OF MALFUNCTIONS OF METERING PUMPS IN THE HYDRAULIC STEERING SYSTEM

**Якушев М. Г.**, студ., **Сокол В. А.**, ст. преп.,  
**Филипова Л. Г.**, ст. преп., **Чикилевский Я. А.**, преп.,  
Белорусский национальный технический университет,  
г. Минск, Республика Беларусь  
M. Yakushev, Student; V. Sokol, Senior Lecturer;  
L. Filipova, Senior Lecturer; Y. Chikilevsky, Lecturer;  
Belarusian National Technical University, Minsk, Belarus

*В статье представлены результаты исследования и обоснованы технические решения по устранению недостатков и своевременная диагностика поломок насосов дозаторов, а также обоснован выбор определяющего параметра для оценки технического состояния агрегатов на стендах.*

*The article presents the results of research and substantiates technical solutions to eliminate deficiencies and timely diagnosis of breakdowns of metering pumps, as well as substantiates the choice of the determining parameter for assessing the technical condition of units on stands.*

**Ключевые слова:** насос-дозатор, техническое состояние, утечки, рулевое управление, автомобиль многоцелевого назначения, рулевой усилитель, угол поворота.

**Keywords:** metering pump, technical condition, leaks, steering, multi-purpose vehicle, power steering, steering angle.

#### ВВЕДЕНИЕ

Насос-дозатор является ключевым элементом гидрообъемного рулевого управления, применяемого в различных транспортных средствах и механизмах, включая сельскохозяйственные машины, строительную технику и промышленные установки. Его основная

функция – обеспечивать необходимое давление и объем гидравлической жидкости для точного и эффективного управления рулевым механизмом.

## АНАЛИЗ НЕИСПРАВНОСТЕЙ НАСОСОВ ДОЗАТОРОВ В ГОРУ

Насос-дозатор работает в составе гидравлической системы, которая включает гидроцилиндр, гидронасос и другие компоненты (рис. 1). Он регулирует подачу гидравлической жидкости пропорционально силовому воздействию на рулевое колесо. Это позволяет водителю легко поворачивать руль с минимальными усилиями, обеспечивая плавное и предсказуемое управление.

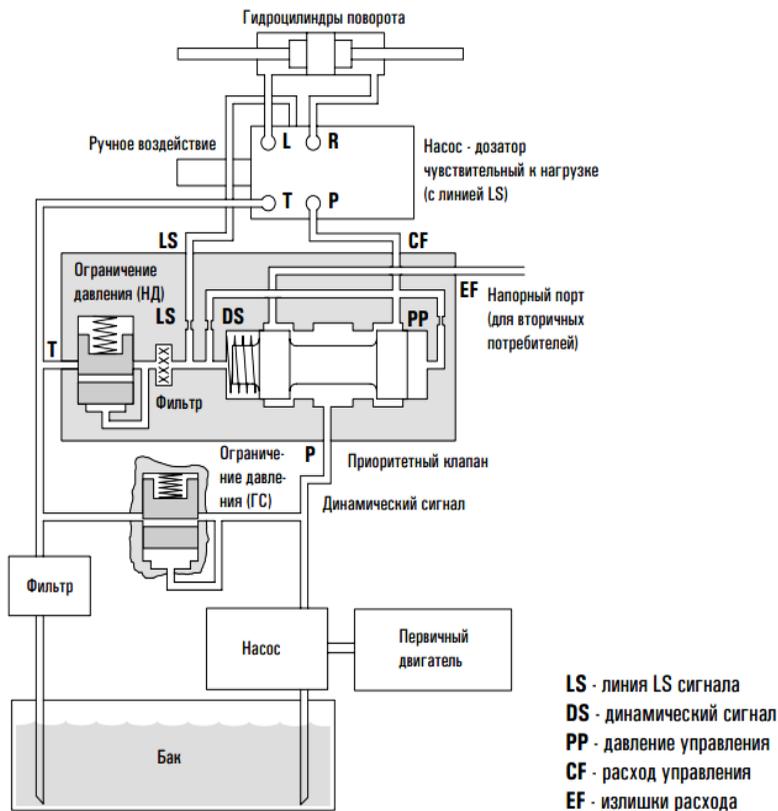


Рисунок 1. Схема гидрообъемного рулевого управления (ГОРУ) [4]

При повороте рулевого колеса, насос-дозатор преобразует механическое движение в гидравлический сигнал, регулируя объем и направление потока жидкости. Это, в свою очередь, приводит к движению гидроцилиндра, который «помогает» поворачивать колеса транспортного средства.

Техническое состояние насоса-дозатора в гидрообъемном рулевом управлении (ГОРУ) имеет ключевое значение для надежности и безопасности эксплуатации транспортных средств. Для оценки состояния насоса-дозатора на испытательных стендах необходимо выбрать параметр, который наиболее точно отражает его рабочие характеристики и возможные неисправности.

Рабочее давление является основным параметром, так как показывает способность насоса-дозатора обеспечить необходимое давление для эффективной работы рулевого управления. Измерение давления на различных режимах позволяет выявить проблемы, связанные с износом или поломкой внутренних узлов.

Коэффициент полезного действия насоса-дозатора отражает его эффективность в преобразовании механической энергии в гидравлическую. Снижение КПД может указывать на внутренние утечки жидкости или износ рабочих поверхностей.

Стабильность давления важна для плавной работы рулевого управления. Пульсации могут свидетельствовать о неисправностях в клапанах или механизмах насоса.

Повышенные шум и вибрация часто указывают на механические проблемы, такие как износ подшипников или повреждение вращающихся частей.

Высокая температура жидкости может быть признаком повышенного трения и износа, что негативно сказывается на долговечности насоса-дозатора.

Среди всех перечисленных параметров рабочее давление является наиболее определяющим для оценки технического состояния насоса-дозатора. Именно рабочее давление напрямую влияет на способность системы ГОРУ выполнять свои функции.

Измерение давления проводится при различных режимах работы насоса-дозатора, включая максимальные и минимальные нагрузки, что позволяет оценить его состояние в полном объеме.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Для оценки технического состояния насоса-дозатора в гидрообъемном рулевом управлении на стендах наиболее важным параметром является рабочее давление. Этот параметр позволяет выявить основные неисправности и оценить эффективность работы устройства. Регулярный мониторинг и анализ рабочего давления помогут своевременно обнаружить проблемы и провести необходимое обслуживание, что обеспечит надежность и долговечность работы системы ГОРУ.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Бартош, П. Р. К вопросу ориентировочного выбора насоса / П. Р. Бартош, Л. Г. Филипова, Я. А. Чикилевский // Автотракторостроение и автомобильный транспорт: сборник научных трудов: в 2 т., Минск, 25–28 мая 2021 года. Том 1. – Минск: Белорусский национальный технический университет, 2021. – С. 323–328.

2. Конструирование и расчет гидрообъемного рулевого управления/ В. М. Шарипов [и др.] // Известия МГТУ «МАМИ». - 2017. - Т. – 11. - № 3. – С. 70–75.

3. Заболоцкий, Е. М. Математическое моделирование рабочего процесса в гидравлическом приводе рулевого управления автомобиля особо большой грузоподъемности / Е. М. Заболоцкий // Наука и техника, 2006. – № 6.

4. Eaton [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.eaton.com/br/en-us/catalog/hydraulic-motors/xcel-geroler--gerotor-motors.html#tab-3>. – Дата доступа: 03.06.2024.

Представлено 25.06.2024

## ПРИМЕНЕНИЕ ПЛАСТМАСС В ГИДРАВЛИЧЕСКИХ И ПНЕВМАТИЧЕСКИХ ПРИВОДАХ

### APPLICATION OF PLASTICS IN HYDRAULIC AND PNEUMATIC DRIVES

**Филипова Л. Г.**, ст. препод., **Сокол В. А.**, ст. препод.,  
**Шевцов А. А.**, студ.,  
Белорусский национальный технический университет,  
г. Минск, Республика Беларусь  
L. Filipova, Senior Lecturer, V. Sokol, Senior Lecturer,  
A. Shevchov, student,  
Belarusian National Technical University, Minsk, Belarus

*Пластмассы – общее название для широкой группы искусственных материалов на основе природных синтетических или полусинтетических органических веществ, иногда с различными добавками. Данная тема является актуальной, так как в современном мире эти материалы стали неотъемлемой частью жизни человека и, практически, повсеместно используются в промышленности.*

*Plastics is a general name for a wide group of artificial materials based on natural synthetic or semi-synthetic organic substances, sometimes with various additives. This topic is topical, because in the modern world these materials have become an integral part of human life and are almost universally used in industry.*

**Ключевые слова:** полимеры, композиты, компоненты, жидкости, давление, экономичность, гибкость.

**Keywords:** Polymers, composites, components, fluids, pressurization, economics, flexibility.

#### ВВЕДЕНИЕ

В современном мире использование полимеров и композитов в самых различных областях становится все более распространённым. От легкой и пищевой промышленности до таких сфер машиностро-

ния как автомобильная и авиакосмическая сферы. Изделиями из полимеров мы пользуемся каждый день. На данный момент полимеры в машиностроении используют для изготовления уплотнений, шкивов, роликов, шестерен.

Но были и попытки более обширного и радикального использования пластиков в машиностроении. Примером можно назвать эксперименты Матти Хольцберга по использованию торлона в ДВС. Всего было построено два прототипа в 1979 и 1983 годах: один на основе двигателя от Ford Pinto, второй на базе Cosworth BDA и в последствии эксплуатировался на гоночном автомобиле на протяжении двух сезонов. Разумеется, эти двигатели продолжали использовать металл для камеры сгорания. Однако все остальное было изготовлено из торлона: включая блок двигателя, шатуны, юбки поршней.

## ПРИМЕНЕНИЕ ПЛАСТМАСС В ГИДРАВЛИЧЕСКИХ И ПНЕВМАТИЧЕСКИХ ПРИВОДАХ

Пластмассы играют решающую роль в гидравлических и пневматических системах, поскольку они часто используются для изготовления таких компонентов, как уплотнения, уплотнительные кольца, фитинги, трубки и резервуары. При выборе пластмасс для использования в гидравлических и пневматических системах важно учитывать такие факторы, как совместимость с рабочей жидкостью, требования к давлению и температуре, износостойкость и общие эксплуатационные характеристики.

Некоторые распространенные виды пластмасс, которые можно использовать в гидравлических и пневматических системах, включают:

1. Полиуретан (PU) – универсальный материал, известный своей высокой стойкостью к истиранию, гибкостью и ударной вязкостью. Он широко используется в гидравлических и пневматических уплотнениях, шлангах и трубопроводах благодаря своим превосходным эксплуатационным характеристикам в динамических условиях.

2. Полиамид (нейлон) – это прочный и легкий пластик, который обладает хорошей химической стойкостью, низким влагопоглощением и высокой прочностью на растяжение. Он часто используется в гидравлических и пневматических фитингах, трубах и компонентах

3. Политетрафторэтилен (ПТФЭ) также известный как тефлон, является антипригарным и химически инертным материалом, который

обладает превосходной стойкостью к высоким температурам, химическим веществам и износу. ПТФЭ широко используется в гидравлических и пневматических уплотнениях, уплотнительных кольцах и компонентах, требующих низкого трения и высокой химической стойкости.

4. Полиэтилен (PE) – это экономичный и легкий пластик, известный своей хорошей химической стойкостью, низким влагопоглощением и гибкостью. Он часто используется в гидравлических и пневматических трубах, резервуарах и компонентах, требующих коррозионной стойкости и простоты изготовления.

5. Ацеталь (полиоксиметилен) – это прочный и жесткий пластик с хорошей стабильностью размеров, низким коэффициентом трения и химической стойкостью. Он широко используется в гидравлических и пневматических компонентах, таких как шестерни, подшипники, уплотнения и фитинги, которые требуют высокой прочности и износостойкости.

6. Поливинилхлорид (ПВХ) – это универсальный пластик, известный своей доступностью, химической стойкостью и простотой обработки. Он часто используется в гидравлических и пневматических трубах, шлангах и фитингах для применений, где важны устойчивость к коррозии и экономичность.

7. Фторуглеродный каучук (FKM/Viton) не являясь пластиком, фторуглеродный каучук (FKM), широко известный как Viton, является высокоэффективным эластомером, используемым для гидравлических и пневматических уплотнений, уплотнительных колец и прокладок благодаря своей превосходной химической стойкости, термостойкости и уплотнительным свойствам.

При выборе пластмасс для гидравлических и пневматических систем крайне важно убедиться, что выбранный материал соответствует конкретным условиям эксплуатации, типам жидкостей, номинальному давлению, температурным диапазонам и требованиям к производительности системы. Консультации с поставщиками материалов, производителями или отраслевыми экспертами могут помочь в выборе наиболее подходящих пластмасс для обеспечения оптимальной производительности и долговечности системы.

Пластические массы все чаще используются в гидравлических и пневматических системах из-за их различных преимуществ. Ниже

приведены некоторые распространенные области применения пластмасс в гидравлических и пневматических системах:

1. Трубопроводы и НКТ. Пластиковые трубы и НКТ часто используются в гидравлических и пневматических системах из-за их легкого веса, коррозионной стойкости и простоты монтажа. Для этой цели обычно используются такие материалы, как ПВХ, ХПВХ, полиэтилен и ПТФЭ.

2. Компоненты клапанов. Пластмассы могут использоваться для изготовления корпусов клапанов, седел, уплотнений и других компонентов гидравлических и пневматических систем. Пластмассы, такие как нейлон, полипропилен и ПТФЭ, часто выбирают из-за их химической стойкости и долговечности.

3. Резервуары и цистерны. Пластиковые резервуары и цистерны используются для хранения гидравлических жидкостей или сжатого воздуха в этих системах. Такие материалы, как полиэтилен и полипропилен, широко используются из-за их стойкости к коррозии и способности выдерживать высокие давления.

4. Уплотнения и уплотнительные кольца. Пластиковые уплотнения и уплотнительные кольца, изготовленные из таких материалов, как полиуретан, РТФЕ или Viton, используются в гидравлических и пневматических системах для предотвращения утечек и обеспечения надлежащего функционирования системы.

5. Фильтры и сита. Пластмассовые материалы используются в фильтрах и сит-сетках для удаления загрязнений из гидравлических жидкостей или сжатого воздуха. Пластмассы, такие как нейлон или полипропилен, часто выбирают из-за их химической совместимости и простоты обслуживания.

6. Коллекторы и фитинги. Пластиковые коллекторы и фитинги используются для распределения жидкостей или воздуха в гидравлических и пневматических системах. Такие материалы, как ПВХ, полипропилен или ПТФЭ, используются из-за их коррозионной стойкости и легкого веса.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В целом, использование пластмасс в гидравлических и пневматических системах может обеспечить такие преимущества, как снижение веса, повышение коррозионной стойкости, экономичность и гибкость конструкции. Однако при выборе пластиковых компонентов

для этих систем важно учитывать такие факторы, как условия эксплуатации, номинальное давление, температурные ограничения и совместимость с жидкостями.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Вуколов, В. М., Кузьмичева И. М. Детали из пластмасс в пневмогидравлических системах / В. М. Вуколов, И. М. Кузьмичева. – Л. : Машиностроение, Ленигр. отд-ние, 1974. – 144 с.

УДК 629.064.2

## ЗАГРЯЗНЕННОСТЬ ВОЗДУХА ПРИ РАБОТЕ ПНЕВМОСИСТЕМЫ

### AIR POLLUTION DURING OPERATION OF THE PNEUMATIC SYSTEM

**Коваленко Е.**, студ., **Маковская И. А.**, ст. преп.,  
Белорусский национальный технический университет,  
г. Минск, Республика Беларусь  
A. Kavalenka, student, I. Makouskaya, Senior Lecturer,  
Belarusian National Technical University, Minsk, Belarus

*Рассмотрены источники загрязнения воздуха в пневмосистеме, их влияние на работу системы.*

*The article considers the sources of air pollution in the pneumatic system and their impact on the operation of the system.*

***Ключевые слова:** загрязнения воздуха, показатели загрязненности, классы загрязненности.*

***Keywords:** air pollution, pollution indices, pollution classes.*

## ВВЕДЕНИЕ

Загрязнения в сжатом воздухе способны значительно уменьшить срок службы пневмооборудования. Более 70 % выхода из строя элементов пневмосистемы связано с повышенной загрязненностью воздуха. Это влечет за собой рост затрат на ремонт и техническое обслуживание элементов привода. Загрязнения приводят к низкому качеству работы пневмосистемы и появлению брака.

## ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

Источниками загрязнения воздуха в пневмосистеме являются:

### 1. Загрязнения атмосферного воздуха.

Для получения  $1\text{м}^3$  сжатого воздуха давлением 10 бар компрессору нужно переработать  $11\text{м}^3$  воздуха атмосферного давления [2].  $1\text{м}^3$  атмосферного воздуха включает около 140 млн. твердых частиц, размер которых более 1мкм. Большею частью эти частицы представляют собой кварцевый песок и окись алюминия. В воздухе имеются еще водяной пар, продукты сгорания топлива, мельчайшие микроорганизмы и прочие включения.

### 2. Загрязнения при работе компрессора – это вода и масло.

Под давлением в компрессоре вода, находившаяся в воздухе в растворенном состоянии, начинает интенсивно выделяться и выпадает в виде осадка. Для смазки трущихся поверхностей в компрессоре используется масло. При работе оно нагревается, а его пары, смешиваясь с воздухом, попадают в систему.

### 3. Загрязнения в пневмомагистрали.

Наличие воды в сжатом воздухе способствует появлению ржавчины на внутренней поверхности пневмопровода. Ее частицы достигают размера свыше 60 мкм, отрываются от стенок и увлекаются воздушным потоком. Содержание ржавчины в загрязненных магистралях доходит до 25 мг/м [2].

Для количественной оценки степени загрязненности используются показатели:

- максимальный размер твердых частиц;
- массовое содержание твердых частиц в единице объема воздуха;
- массовое содержание воды в жидком виде в единице объема воздуха;
- массовое содержание масла в единице объема воздуха;

– точка росы, т. е. содержание воды в парообразном состоянии» [3].

ГОСТ 17433-80 «Промышленная чистота. Сжатый воздух. Классы загрязненности» устанавливает классификацию воздуха по степени загрязненности. Стандарт регламентирует 15 классов загрязненности от 0 до 14. Самый чистый класс – 0.

Очистка воздуха представляет собой дорогостоящий процесс. Она осуществляется с помощью различных охлаждающих, фильтрующих и влагоотделяющих устройств. Поэтому для различных производственных задач допустимы разные классы загрязненности. Например, к производству лекарств и пищевых продуктов предъявляются особенно строгие требования, в этих отраслях применяется сжатый воздух класса 0. В машиностроении применяемому для пневмоинструментов, пневмодвигателей, распределителей и контрольно-регулирующей аппаратуры воздуху допустимо иметь 5–10 класс загрязненности.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Эффективность функционирования пневмосистемы непосредственно зависит от качества очистки и рационального выбора класса загрязненности. Поэтому очистке воздуха должно уделяться особое внимание.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Ибрагимов, И. А. Элементы и системы пневмоавтоматики: учебник для вузов по спец. «Автоматизация и комплексная механизация хим.-технол. процессов» - 2-е изд., перераб. и доп. / И. А. Ибрагимов, Н. Г. Фарзана, Л. В. Илясов. – М.: Высш. шк., 1985: –544 с.

2. Какие примеси сжатого воздуха создают опасность для оборудования и как от них избавиться? [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://novatecs.ru/articles/vse-pro-kompressornoe-oborudovanie/kakie-primesi-szhatogo-vozdukh-sozdayut-opasnost-dlya-ego-ispolzovaniya-i-kak-ot-nikh-izbavitsya/>. – Дата доступа: 01.06.2024.

3. Очистка сжатого воздуха. Классы загрязненности: ГОСТ 17433-80, ISO 8573-1 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://gkntc.ru/novosti-i-akcii/ochistka-szhatogo-vozduha-klassy-zagryaznennosti-gost-17433-80-iso-8573-1/> – Дата доступа: 01.06.2024.

Представлено 15.06.2024

**СЕКЦИЯ «ТРАНСПОРТНЫЕ СИСТЕМЫ  
И ТЕХНОЛОГИИ»**

## СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ОДД НА ДОРОЖНОЙ СЕТИ СТАРОДОРОЖСКОГО РАЙОНА

Студ. гр. 10115120 **Стешко К. В.**

*Научный руководитель – канд. техн. наук, доц. **Ком Е. Н.***

Стародорожский район расположен на юге Минской области. Протяженность района с севера на юг составляет 44 км, с запада на восток – 35 км, площадь территории 1371 кв. км. Граничит с Пуховичским, Осиповичским, Глусским, Любанским и Слуцким районами. Центр района – город Старые Дороги.

Дорожная сеть Стародорожского района включает республиканских и местные автомобильных дороги суммарной протяженностью 512,5 км. Протяженность 4 республиканских автомобильных дорог (Р-43, Р-92, Р-91, Р-55) составляет 99,3 км, 79 местных автомобильных дорог – 413,1 км.

49 % автомобильных дорог имеют асфальтобетонное покрытие, 51 % – гравийное, 0,1 % – грунтовое, 0,07 % – черный гравий. Дорог с цементобетонным покрытием и булыжных мостовых в районе нет.

Все республиканские автомобильные дороги имеют асфальтобетонное покрытие. Местные автомобильные дороги имеют разные виды дорожных одежд. Преобладают автомобильные дороги 4 и 5 категории.

В Стародорожском районе один участок со светофорным регулированием – перекресток улиц Кирова и Урицкого в г. Старые Дороги.

По результатам количественного анализа аварийности в Стародорожском районе за 2019–2023 гг. произошло 491 дорожно-транспортное происшествие (ДТП), в результате которых погибло 14 человек, ранено – 49. 145 ДТП зафиксировано на республиканских автомобильных дорогах, 66 – на местных автомобильных дорогах, 280 – в населенных пунктах. Самый распространенный вид ДТП в районе – наезд на препятствие (21,6 %).

Наибольшее число аварий на республиканских автомобильных дорогах произошло на дороге Р-43 (85 ДТП, 58,6 %). Из местных автомобильных дорог наиболее аварийными оказались Н-9683 –

24 ДТП, Н-9690 – 14 ДТП, Н-9683 – 10 ДТП. Наиболее опасными являются участки республиканских автомобильных дорог, относящихся к 3-й категории, на местных автомобильных дорогах - участки, соответствующие 4 категории.

В г. Старые Дороги за 5 лет зафиксировано 214 ДТП.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Врубель, Ю. А. Исследования в дорожном движении: учебно-методическое пособие / Ю. А. Врубель. – Мн. : БНТУ, 2007.

2. СТБ 1300-2014 «Технические средства организации дорожного движения. Правила применения».

3. СТБ 1140-2013 «Технические средства организации дорожного движения. Знаки дорожные».

4. СТБ 1231-2012 «Технические средства организации дорожного движения. Разметка дорожная».

УДК 656.13

## ПРЕДОТВРАЩЕНИЕ БЛОКИРОВОК ПЕРЕКРЕСТКОВ

Студ. гр. 10117120 **Хасиневич Е. Я.**

*Научный руководитель – доц. Саражинский Д. С.*

В условиях современного города с его насыщенным трафиком и плотной сетью дорог, проблема блокировок перекрестков становится всё более актуальной. Заторы и снижение пропускной способности улиц возникают, когда транспортные потоки пересекаются, и отдельные автомобили оказываются заблокированными на перекрестке, препятствуя движению других участников.

В рамках данного исследования был проанализирован участок дорожной сети по улице Притыцкого (от пересечения с улицей Ольшевского до улицы Жудро) и проспекту Пушкина (от улицы Матусе-

вича до улицы Одоевского). Именно здесь часто наблюдаются случаи блокировки перекрестков транспортом, движущимся по улице Притыцкого в узле её пересечения с проспектом Пушкина.

Главная цель исследования – разработать и реализовать эффективные решения для предотвращения подобных блокировок и оптимизации движения на данном участке.

Одной из основных причин блокировок является эффект «стоп-волны», возникающий при «столкновении» транспортного потока с остаточной очередью на следующем перекрестке или из-за случайных помех в движении. Для решения данной проблемы предлагаются следующие меры:

- изменение координации движения на улице Притыцкого: корректировка времени работы светофоров с целью оптимизации движения потока и уменьшения вероятности образования очередей;

- организация раннего отключения разрешающего сигнала: на перекрестке в транспортном узле улицы Притыцкого и проспекта Пушкина, что позволит избежать накопления автомобилей на перекрестке и снизить риск блокировки.

Для оценки эффективности предложенных решений была разработана, верифицирована и откалибрована детальная имитационная модель данного участка дорожной сети.

В ходе моделирования были проведены многочисленные эксперименты с различными вариантами координации светофоров и изменениями времени их работы. Результаты показали, что предлагаемые меры, такие как корректировка продолжительности основных фаз светофорных объектов и раннее отключение разрешающего сигнала на перекрестке в транспортном узле ул. Притыцкого – пр-т Пушкина, способствуют значительному уменьшению очереди на перекрестке улицы Притыцкого и улицы Сердича. Сокращение очереди в свою очередь привело к уменьшению количества блокировок рассматриваемого транспортного узла и, как следствие, к повышению его пропускной способности.

Поскольку предложенные решения устраняют только фактор остаточных очередей, но не влияют на случайные возмущения движения, в будущем планируется:

- установка детектора транспорта: в узле улицы Притыцкого и проспекта Пушкина для более точного мониторинга трафика и оперативного реагирования на изменения ситуации;

– внедрение гибкого светофорного регулирования: система будет адаптировать время работы светофоров в зависимости от текущей дорожно-транспортной ситуации, что обеспечит максимальную эффективность и снизит вероятность блокировок.

Предложенные методы решения проблемы блокировок перекрестков обладают рядом преимуществ, которые открывают широкие перспективы для их использования:

– простота реализации: предлагаемые решения не требуют сложной инфраструктуры или дорогостоящего оборудования;

– экономическая эффективность: снижение количества блокировок и оптимизация движения приводит к сокращению времени в пути, расхода топлива и вредных выбросов, что в свою очередь положительно сказывается на экономике города и экологии;

– повышение безопасности: плавное и беспрепятственное движение на перекрестках снижает риск возникновения аварийных ситуаций, делая дороги более безопасными для всех участников движения.

## ЛИТЕРАТУРА

1. SUMO User Documentation [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://sumo.dlr.de/docs/index.html>. – Дата доступа 20.04.2024.

2. Wu, X. A shockwave profile model for traffic flow on congested urban arterials / X. Wu, H. X. Liu // *Transp. Res. B, Methodol.* – vol. 45, no. 10. – 2011. –pp. 1768–1786.

3. HongSheng, Qi. Intersection traffic deadlock formation and its probability: A petri net-based modeling approach / HongSheng Qi [et al.] // *IET Intelligent Transport Systems.* – 2022.

## СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ОДД В ЖИЛОМ РАЙОНЕ МОЛОДЕЖНЫЙ В Г. МОЗЫРЕ

Студ. гр. 301151-19 Муравицкий Д. И.

*Научный руководитель – канд. техн. наук, доц. Кот Е. Н.*

Город Мозырь – административный центр Мозырского района Гомельской области, находится в 133 км западнее Гомеля и в 285 км юго-восточнее Минска. Основан в 1155 году. Площадь города около 44,1 км<sup>2</sup>, население – 111,4 тыс. человек. Внешние связи г. Мозыря обеспечиваются автомобильным и железнодорожным транспортом. На расстоянии 9 км располагается город-спутник Калинковичи.

Дорожно-транспортный узел г. Мозыря сформирован республиканскими автомобильными дорогами: Р-31 Бобруйск – Мозырь – граница Украины (Новая Рудня), Р-31/ПЗ Подъезд к г. Мозырю от автомобильной дороги Р-31, Р-31/П 4 Подъезд к автомобильной дороге Р-31 от автомобильной дороги Р-31/ПЗ, Р-36 Мозырь – Лельчицы – Милошевичи – граница Украины (Глушковичи), Р-131 Калинковичи – Мозырь, а также местными автомобильными дорогами.

Жилой район Молодежный расположен в юго-западной части г. Мозыря на правом берегу р. Припять, имеет прямоугольную планировку. Территория – 1,2 км<sup>2</sup> (2,7 % от общей территории города), население – 40 тыс. человек (35,9 % от численности населения в г. Мозыре).

Основные улицы жилого района Молодежный:

- ул. Нефтестроителей (длина 1,13 км);
- ул. Мира (1,42 км);
- ул. Ю. Гагарина (0,85 км);
- бул. Малинина (1,38 км);
- бул. Юности (0,90 км);
- ул. Притыцкого (0,81 км).

Общая протяженность уличной сети жилого района Молодежный (без учета проездов) составляет 6,49 км.

В жилом районе Молодежный на 7 перекрестках улиц и 5 пешеходных переходах применяется светофорное регулирование.

В период с 01.01.2018 по 31.12.2023 года на дорожной сети г. Мозыря произошло 1464 дорожно-транспортных происшествия, в том числе 394 ДТП с пострадавшими (в которых погибло 22 человека и получили травмы различной степени тяжести 460 человек) и 1070 – ДТП с материальным ущербом.

На дорожной сети жилого района Молодежный за рассматриваемый период произошло 159 ДТП (10,8 % от общего числа ДТП в г. Мозыре). Среди них 40 ДТП с пострадавшими (в которых 42 человека получили травмы различной степени тяжести), а также 119 ДТП с материальным ущербом.

В ходе проведения исследований были выявлены участки дорожной сети в жилом районе Молодежный с наибольшим уровнем аварийности, к которым относятся перекрестки:

- ул. Мира – ул. Притыцкого;
- бул. Юности – бул. Малинина;
- ул. Мира – ул. Нефтестроителей;
- ул. Мира – бул. Юности (в районе дома №37А);
- ул. Гагарина – бул. Малинина.

Наибольшее количество ДТП в жилом районе Молодежный зафиксировано на бул. Юности.

Самым распространенным видом ДТП в жилом районе Молодежный в г. Мозыре являются столкновение со стоящим ТС, столкновение на пересечении и наезд на пешехода.

По результатам исследований выбрано несколько направлений для совершенствования организации дорожного движения.

Предложено организовать координированное светофорное регулирование по ул. Мира от пересечения с ул. Гагарина до пересечения с ул. Нефтестроителей. Расчетная скорость движения при разработке плана координации выбрана равной 40 км/ч. Для его реализации необходима корректировка диаграмм светофорного регулирования на четырех регулируемых перекрестках и одном пешеходном переходе. Предложено также ввести светофорное регулирование на пешеходном переходе по ул. Мира напротив дома № 39Б и оборудовать его табло вызова разрешающего сигнала пешеходами (для гибкого светофорного регулирования в ночной период суток).

Предложено внести корректировки в схему ОДД на пересечениях ул. Мира – ул. Притыцкого, ул. Гагарина – бул. Малинина, а также на перегоне ул. Гагарина между бул. Малинина и ул. Котловца.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Закон Республики Беларусь «О дорожном движении», 2008 г.
2. Правила дорожного движения. – Мн. : НЦПИ, 2022. –176 с.
3. Врубель, Ю. А. Организация дорожного движения. В двух частях. Часть 1 / Ю. А. Врубель. – Мн. Белорусский фонд безопасности дорожного движения, 1996. – 328 с.

УДК 004.946

## **ИННОВАЦИОННОЕ ОБУЧЕНИЕ ДЛЯ ПОДГОТОВКИ БУДУЩИХ СПЕЦИАЛИСТОВ В СФЕРЕ ТРАНСПОРТНОЙ ЛОГИСТИКИ**

Студ. гр. 10114121 **Алексахин Е. А., Ящембская А. С.**  
*Научный руководитель – ст. преп. Овчинников И. А.*

В современном обществе учебный процесс в образовательных учреждениях стал важной сферой, требующей постоянного развития и инновационных решений. И хотя технологии VR виртуальной реальности уже не являются чем-то новым, в образование их стали внедрять относительно недавно. Очки виртуальной реальности, как одно из ключевых устройств данной технологии, предоставляют возможность создания иммерсивного обучающего опыта, превращая сложные для быстрого восприятия учебные материалы в интерактивные и многомерные сценарии, при этом развивая креативность и критическое мышление обучающихся.

Можно выделить несколько причин распространения технологий виртуальной реальности в сфере образования:

- снижение цены на техническое оснащение;
- стремительный рост количества программного обеспечения под VR;
- рост объема инвестиций в VR – более 2,5 млрд долларов в год;
- увеличение числа крупных компаний, работающих в сфере VR.

В Республике Беларусь за последние несколько лет произошло внедрение очков виртуальной реальности в процесс обучения школьников в общеобразовательных учреждениях. С помощью инноваций ребята могут изучать любой школьный предмет, от биологии, где перед их глазами предстаёт визуализация скелета человека, до изучения географии, где вместе с преподавателем ученики отправляются на экскурсию по разным странам, и даже в недра земного шара.

У иммерсивного подхода обучения существует множество преимуществ, но самым важным является наглядность, которая необходима в освоении знаний в любой области. Рассмотрим на примере специальности «Организация перевозок и управление на автомобильном и городском транспорте» как использование подобных технологий улучшит процесс восприятия учебной информации. Большинство учебных дисциплин дают студентам только теоретические знания, однако без их применения на практике в будущем не обойтись. Несмотря на существующий уровень информационного обеспечения лекций и лабораторных занятий, погружение в виртуальную реальность является наиболее эффективным для усвоения новых знаний. Несомненной особенностью является полная вовлеченность и сосредоточенность обучающегося на самом процессе, ведь в виртуальном мире на человека практически не воздействуют внешние раздражители. Мы хотим предложить возможный принцип работы такой программы для обучения студентов по нашей и похожим специальностям.

Для нашей работы мы выбрали очки – Meta Quest 3. Автономная VR-гарнитура Meta Quest 3 128GB представляет собой инновационное устройство, которое поражает своими характеристиками и возможностями. VR-гарнитура оснащена ЖК-дисплеями с разрешением 2064x2208 пикселей на каждый глаз, что обеспечивает невероятно четкую и детализированную картинку. Экраны Meta Quest 3 гарантируют еще более захватывающий визуальный опыт, чем все предыдущие модели.

Очки будут подключаться к специализированному приложению, которое будет генерировать различные сценарии, адаптированные к уровню и потребностям студентов. Мы предлагаем рассмотреть несколько вариантов

Первый вариант – «Виртуальные экскурсии». Большинство студентов хотят попасть на экскурсии, которые бы проходили на предприятиях и в компаниях, осуществляющих свою деятельность в той сфере, где получают образование. Уже существуют виртуальные экскурсии по многим известным мировым достопримечательностям, мы же предлагаем создать программу, которая будет создавать виртуальные экскурсии в логистические центры, порты и склады. Студенты смогут путешествовать внутри этих объектов, изучая их структуру, процессы и особенности.

Например, при изучении дисциплины «Погрузочно-разгрузочные работы. Терминалы» студенты впервые сталкиваются с такими понятиями как погрузочно-разгрузочные машины циклического действия, грузозахватные приспособления, способы перевозки и хранения грузов и многое др. При посещении виртуального склада или контейнерного терминала студенты на наглядном примере увидят, как в реальности выглядят все приспособления, происходит прием и отправка грузов, а также на каких этапах процесс может быть механизирован, а на каких не обойтись без человеческого труда.

Второй вариант программного наполнения предназначен для выполнения «Виртуальных лабораторных работ».

Будут созданы виртуальные симуляции, где студенты смогут решать реальные логистические задачи. Например, оптимизировать маршруты доставки, управлять запасами или решать внештатные ситуации при возникновении проблем с грузом или транспортным средством. Это может помочь студенту на будущей работе не теряться в нестандартных(шаблонных) ситуациях и выработать наиболее эффективные способы их решения.

Главным преимуществом таких симуляций является, что студенты могут допускать ошибки и разбирать эти ошибки вместе с преподавателем или с одногруппниками ведь выполнение заданий будет транслироваться на телевизор, где можно наблюдать за происходящим в виртуальном мире.

Главным недостатком для внедрения в сферу образования такого типа технологий является их стоимость, так как одни очки выйдут в сумму от 2000 BYN, мы можем предложить вариант приобретения 2–3 пар. Финансовую выгоду такого количества пар можно объяснить тем, что долгое нахождение в VR-очках вредно для здоровья,

оптимально будет проводить виртуальное занятие для одного человека в среднем до 10 минут. Так как лабораторные работы выполняются в мини группах – за 1.5 часа пара каждый студент сможет испытать на себе все преимущества данного типа получения знаний и точно останется доволен.

Мы считаем, что внедрение VR технологий в образовательный процесс повлечёт за собой не только интерес студентов к обучению, но и предоставит возможность погрузиться в виртуальный мир. Такой подход способствует более эффективному усвоению материала, развитию практических навыков в выбранной профессии и к росту мотивации.

## ЛИТЕРАТУРА

1. «Автономная VR-гарнитура Meta Quest 3 128GB» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://xn--90ahro.xn--90ais/p/368704228-avtonomnaya-vr-garnitura-meta-quest-3-128gb/>. – Дата доступа: 11.03.2024.

2. Виртуальная реальность в образовании [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://hsbi.hse.ru/articles/virtualnaya-realnost-v-obrazovanii/>. – Дата доступа: 11.03.2024.

3. VR технологии в образовании [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://7winds.mobi/blog/post/vr-i-obrazovanie>. – Дата доступа: 11.03.2024.

УДК 656.13

## **ВЛИЯНИЕ РЕГУЛЯРНОГО ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ НА ЭКОНОМИЮ ТОПЛИВА У ЛЕГКОВЫХ АВТОМОБИЛЕЙ**

Студ. гр. 10117122 Левковец А. И., Пыжик Д. А.  
*Научный руководитель – ст. преп. Семченков С. С.*

Современные легковые автомобили требуют регулярного технического обслуживания для поддержания работы и продления срока

службы. Одним из важных аспектов технического обслуживания является влияние технического состояния транспортного средства на экономию топлива. Рассмотрим, как различные виды технического обслуживания могут способствовать снижению расхода топлива, а также проведем расчеты экономической выгоды от регулярного обслуживания в белорусских рублях (BYN), при средней стоимости бензина 2,38 BYN за литр. В расчетах принимаем, что средний расход топлива легкового автомобиля составляет 8 л/100 км, расчетный годовой пробег – 15 000 км.

#### 1. Регулярная замена масла и фильтров

Регулярная замена моторного масла и масляного фильтра является важной процедурой для поддержания работы двигателя. Масло обеспечивает эффективную смазку всех движущихся частей двигателя, что значительно снижает трение и износ. С течением времени масло загрязняется продуктами сгорания топлива, металлическими частицами и другими отложениями. Такое загрязненное масло теряет свои смазывающие свойства и перестает эффективно снижать трение между частями двигателя. Это приводит к увеличению сопротивления внутри двигателя, что, в свою очередь, повышает его нагрузку и увеличивает расход топлива. Масляный фильтр отвечает за удаление загрязнений из масла. Со временем фильтр также засоряется и перестает выполнять свою функцию должным образом. Если его не менять вовремя, загрязненное масло продолжает циркулировать по системе, что еще больше ускоряет износ двигателя и может привести к его поломке. Воздушный фильтр играет не менее важную роль в работе двигателя, обеспечивая поступление чистого воздуха. Двигателю нужен воздух для сгорания топлива, и чистый воздушный фильтр позволяет подавать оптимальное количество воздуха, что способствует правильному соотношению топливной смеси. Когда воздушный фильтр загрязняется, он начинает ограничивать поток воздуха. Это приводит к тому, что топливная смесь становится слишком богатой или бедной, что не только снижает эффективность сгорания топлива, но и увеличивает его расход. Более того, неправильное соотношение топливной смеси может привести к дополнительным проблемам, таким как образование нагара на свечах зажигания и других компонентах двигателя. Известно, что увеличение расхода без регулярной замены масла и фильтров составляет 2–3 %.

Экономический расчет.

Средний расход топлива без обслуживания: 8 литров на 100 км.

Пробег в год: 15 000 км.

Экономия топлива в год:

$$0,02 \cdot 8 \text{ л} / 100 \text{ км} \cdot 150 = 24 \text{ л} .$$

Стоимость сэкономленного топлива при цене 2,38 BYN за литр:

$$24 \text{ л} \cdot 2,38 \text{ BYN/л} = 57,12 \text{ BYN/год}$$

## 2. Проверка и регулировка давления в шинах.

Правильное давление отвечает за снижение сопротивления качению, что оказывает прямое влияние на экономию топлива. Когда давление в шинах соответствует рекомендованным значениям, шины поддерживают хорошую форму и минимизируют площадь контакта с дорогой. Это приводит к уменьшению сопротивления качению, то есть силы, которая препятствует движению автомобиля вперед. Двигатель тратит меньше энергии на преодоление этого сопротивления, что снижает расход топлива. Низкое давление в шинах приводит к увеличению площади контакта шины с дорогой. В этом случае шины становятся более плоскими и мягкими, что увеличивает сопротивление качению. В результате двигатель должен работать усерднее, чтобы поддерживать ту же скорость, что приводит к увеличению расхода топлива. Известно, что увеличение расхода без проверки и регулировки давления в шинах составляет 2–3 %.

Экономический расчет.

Средний расход топлива без регулировки давления: 8 литров на 100 км.

Экономия топлива в год

$$0,02 \cdot 8 \text{ л} / 100 \text{ км} \cdot 150 = 24 \text{ л} .$$

Стоимость сэкономленного топлива при цене 2,38 BYN за литр

$$24 \text{ л} \cdot 2,38 \text{ BYN/л} = 57,12 \text{ BYN} .$$

## 3. Своевременная замена свечей зажигания

Свечи зажигания играют важнейшую роль в функционировании двигателя внутреннего сгорания. Они создают искру, необходимую для воспламенения топливно-воздушной смеси в цилиндрах двигателя. Этот процесс основополагающий для работы двигателя, так как именно в момент сгорания смеси выделяется энергия, приводящая автомобиль в движение. Со временем свечи зажигания изнашиваются или загрязняются. Это может произойти из-за различных факторов, таких как накопление углеродных отложений, воздействие высоких температур и давления, или использование некачественного топлива. Изнашенные или загрязненные свечи не могут эффективно создавать искру, что приводит к неполному сгоранию топливной смеси. В результате, двигатель не использует все топливо, подаваемое в цилиндры, что ведет к увеличению его расхода. Регулярная проверка состояния свечей зажигания и их своевременная замена необходимы для поддержания эффективности двигателя. Чистые и исправные свечи обеспечивают сгорание топливно-воздушной смеси, что способствует не только снижению расхода топлива, но и улучшению общей производительности двигателя. Правильное сгорание топлива уменьшает выбросы вредных веществ в атмосферу, что также важно для экологической безопасности. Известно, что увеличение расхода без своевременной замены свечей зажигания составляет 1–2 %.

Экономический расчет.

Средний расход топлива без замены свечей: 8 литров на 100 км.

Экономия топлива в год.

$$0,015 \cdot 8 \text{ л/100 км} \cdot 150 = 18 \text{ л.}$$

Стоимость сэкономленного топлива при цене 2,38 BYN за литр

$$18 \text{ л} \cdot 2,38 \text{ BYN/л} = 42,84 \text{ BYN/год.}$$

#### 4. Регулярная проверка и замена ремней и цепей.

Изнашенные ремни и цепи могут значительно повлиять на работу двигателя автомобиля. Когда ремни и цепи теряют свою первоначальную прочность и натяжение, они начинают работать менее эффективно. Это приводит к тому, что двигатель вынужден затрачивать

больше энергии для выполнения своей работы. В результате повышается нагрузка на двигатель, что в свою очередь приводит к увеличению расхода топлива. Ремни и цепи синхронизируют работу различных компонентов двигателя, таких как распределительный и коленчатый валы, а также в работе вспомогательных систем, таких как генератор и водяной насос. Когда эти компоненты изношены, синхронизация может нарушаться, что снижает общую эффективность двигателя и увеличивает сопротивление его движущихся частей. Регулярная проверка и своевременная замена изношенных ремней и цепей помогает поддерживать двигатель в рабочем состоянии. Во-первых, это позволяет избежать непредвиденных поломок, которые могут привести к еще большим затратам на ремонт. Во-вторых, своевременное обслуживание этих компонентов обеспечивает их правильное функционирование, что снижает нагрузку на двигатель и, следовательно, улучшает экономию топлива. Известно, что увеличение расхода без регулярной проверки и замены ремней и цепей составляет 1–2 %.

Экономический расчет.

Средний расход топлива без замены ремней и цепей: 8 литров на 100 км.

Экономия топлива в год

$$0,015 \cdot 8 \text{ л/100 км} \cdot 150 = 18 \text{ л.}$$

Стоимость сэкономленного топлива при цене 2,38 BYN за литр:  
 $18 \text{ л} \cdot 2,38 \text{ BYN/л} = 42,84 \text{ BYN/год.}$

Итоговая экономия:

Суммарная экономия топлива от регулярного технического обслуживания (замена масла, фильтров, правильное давление в шинах, замена свечей и ремней)

$$24+24+18+18=84 \text{ л/год}$$

Экономия денежных средств

$$84 \text{ л} \cdot 2,38 \text{ BYN/л} = 199,92 \text{ BYN/год.}$$

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Регулярное техническое обслуживание легкового автомобиля может привести к значительной экономии топлива и, соответственно, денежных средств. Помимо финансовой выгоды, это также способствует снижению вредных выбросов в атмосферу, что делает такой подход экологически оправданным.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Энергоэффективность автомобильного бензинового двигателя: актуальные подходы [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://nami.elpub.ru/jour/article/view/170>. – Дата доступа 29.05.2024.

2. Управляемость процесса сгорания и системы управления сгоранием топлива [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://sat.bntu.by/jour/article/view/1436> – Дата доступа: 30.05.2024.

3. Особенности горения альтернативных моторных топлив [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://energy.bntu.by/jour/article/view/791>. – Дата доступа 30.05.2024.

УДК 656

## **РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ ДОСТАВКИ ПОЧТОВОЙ КОРРЕСПОНДЕНЦИИ ОБЩЕСТВЕННЫМ ТРАНСПОРТОМ (СДОТПК)**

Студ. гр. 10117122 **Левковец А. И., Пыжик Д. А.**  
*Научный руководитель – ст. преп. **Обчинников И. А.***

Предлагаемая система улучшит эффективность доставки почтовой корреспонденции, значительно сократит сроки доставки почтовой корреспонденции (писем) за счет более удобной коммуникации человека с городским общественным транспортом. Также значительно снижаются затраты на доставку почтовой корреспонденции за счет исключения некоторых существующих операций доставки,

совмещение технологии транспортирования с технологией сортировки почтовых отправлений, и минимизации времени нахождения почтовых отправлений в режиме ожидания последующих операций.

Существующая система доставки представлена на рис. 1.

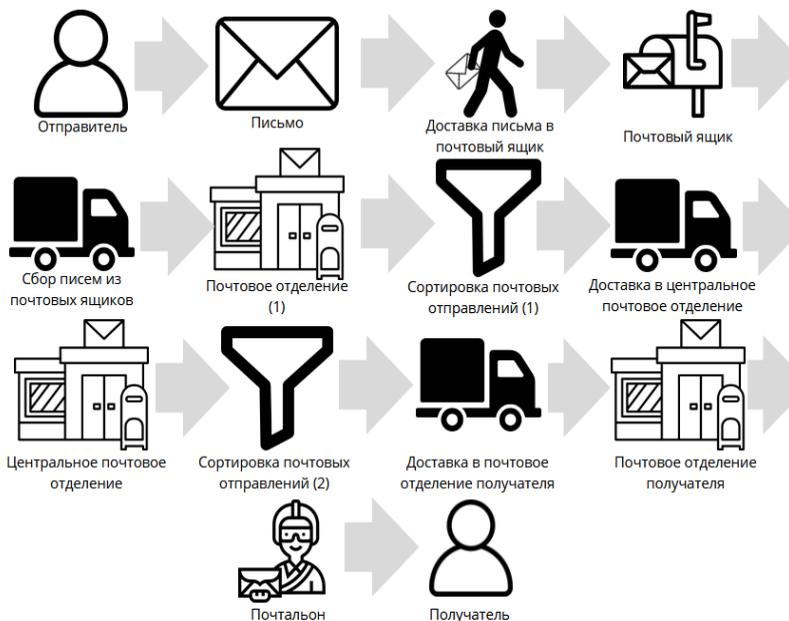


Рисунок 1 – Существующая система доставки

Существующая система доставки почтовой корреспонденции имеет ряд недостатков:

Продолжительный срок доставки почты связан с различными факторами, включая логистические трудности, недостаточное финансирование, устаревшую инфраструктуру, а также сезонные и погодные условия. Эти проблемы могут приводить к значительным задержкам в обработке и транспортировке почтовых отправлений, вызывая неудобства для отправителей и получателей.

Отсутствие у получателя письма информации о начале процесса доставки ему почтовой корреспонденции, что вызывает неудобства при планировании своих действий в повседневной жизни человека.

Затратная технология сбора почтовой корреспонденции от

пунктов первоначального сбора связанная с высокими расходами на транспортировку, оборудование и трудовые ресурсы, что увеличивает общие операционные издержки и снижает эффективность работы почтовой службы.

Решение данных проблем найдено в использовании городского общественного транспорта крупных городов. Предлагаемая технология доставки почтовой корреспонденции представлена на рис. 2.

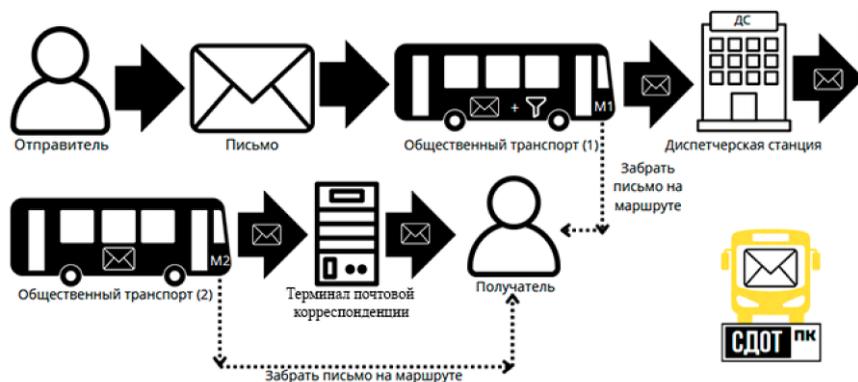


Рисунок 2 – Система доставки почтовой корреспонденции общественным транспортом

Функционирует СДОТпк следующим образом:

Отправитель почтовой корреспонденции проходя мимо ближайшего остановочного пункта маршрутного общественного транспорта помещает своё письмо в приёмник почтовой корреспонденции первого подошедшего автобуса, троллейбуса или травмая. При этом затраты времени на данную операцию значительно меньше, чем время на посадку или высадку пассажиров на данном остановочном пункте. Письмо попадает в хранилище писем, где автоматически сканируется, сортируется. Далее получателю на телефон приходит СМС-сообщение, где находится его письмо, QR-код, чтобы его забрать, если получатель решает сообщить системе о своём местоположении и точке получения корреспонденции, то система рассчитывает маршрут и время доставки письма к этому пункту, при необходимости на диспетчерских пунктах произойдёт обмен почтовыми отправлениями по соответствующим маршрутам с помощью автоматической

сортировки писем на диспетчерской станции. Если получатель не сообщает о своём местоположении, то рассчитывается кратчайший маршрут до терминала на остановочном пункте рядом с адресом получателя. Для получения письма необходимо предоставить свой QR-код. Если такой вариант невозможен, то письмо передаётся на почтовое отделение, где будет доставлено с помощью почтальонов.

Таким образом, система доставки почтовой корреспонденции с помощью общественного (маршрутного) транспорта минимизирует финансовые затраты, увеличивает эффективность работы общественного транспорта, максимально сокращает срок доставки корреспонденции к получателю с максимальным уровнем удобств.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Модели распределения корреспонденций общественного транспорта [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://vestnik.sibadi.org/jour/article/view/1466>. – Дата доступа: 26.05.2024.

2. Методика определения корреспонденций пассажиров общественным транспортом [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://vestnik.sibadi.org/jour/article/view/1466>. – Дата доступа: 26.05.2024.

УДК 656.11

## **КООРДИНИРОВАННОЕ ДВИЖЕНИЕМ В ГОРОДСКОЙ ТРАНСПОРТНОЙ СИСТЕМЕ ВКЛЮЧАЯ СРЕДСТВА ПЕРСОНАЛЬНОЙ МОБИЛЬНОСТИ**

Студ. гр. 101171-22 Семеняго П. П., Лазарчик Е. А.

*Научный руководитель – ст. преп. Карасёва М. Г.*

Координированное движение – способ управления и организации движения различных видов транспорта на магистралях города, основанный на правильной работе всей светофорной системе и правильности расстановки дорожных знаков с целью повышения безопасности на дорогах, предотвращению аварийных ситуаций и другое.

Цель координированного движения в городской транспортной системе заключается в достижении более эффективного использования транспортной инфраструктуры, сокращении пробок, улучшении безопасности всех участников дорожного движения и повышении удобства передвижения для горожан.

Координированное управление движением включает в себя следующие аспекты и направления:

- правильное использование транспортных потоков (своевременно собирать данные о движении транспортных средств);
- повышение качества условий на магистралях;
- повышение качества технического обслуживания и ремонта транспортных средств;
- уменьшение негативного влияния вредных веществ на окружающую среду.

Однако на сегодняшний день управление координированным движением работает непродуктивно. Проблема эффективности управления возникает из-за сложности и разнообразия транспортных потоков, различных видов транспорта, которые приходится учесть при планировании и организации движения. Так же сложность заключается во включение средств персональной мобильности, таких как велосипеды, электрические самокаты и другие, так как добавляет еще больше динамики в систему.

Транспортная городская система сталкивается с рядом проблем. Представим некоторые из них:

- пробки и заторы;
- вредные выбросы;
- недостаточное использование общественного транспорта;
- высокий уровень шума.

Как повысить эффективность управления координированным движением в городской транспортной системе?

#### 1. Развитие инфраструктуры и планирование.

Разработка и модернизация транспортной инфраструктуры в городах является важным шагом в повышении эффективности управления координированным движением. Это может включать создание дополнительных полос движения (велосипедные и пешеходные дорожки, расширение зоны для передвижения СМП), лучшее планиро-

вание маршрутов, для обеспечения безопасности и комфорта передвижения, развитие общественного транспорта, разработка новых парковочных мест для СПМ.

## 2. Внедрение умных технологий.

Применение современных инфраструктурных систем (GPS, мобильные приложения для навигации и информирования пассажиров о графиках общественного транспорта) позволяет улучшить организацию движения и предоставить пользователю актуальную информацию о текущей ситуации на дорогах и оптимальных маршрутах. Использование искусственного интеллекта и сбор данных о движении с помощью датчиков и камер, позволяют более эффективно управлять транспортной системой.

## 3. Системы управления трафиком.

Система управления трафиком – этот набор инструментов и приспособлений, которые позволяют следить за безопасностью на дорогах, тем самым повышая эффективность управления движения транспортных средств. Внедрение этих систем, включая также синхронизацию светофоров и использование адаптивных алгоритмов, поможет оптимизировать движение различных видов транспорта.

## 4. Развитие общественного транспорта и средств персональной мобильности

В городах люди стали чаще использовать средства персональной мобильности, но все еще не перестали пользоваться общественным видом транспорта. Тем самым можно рассмотреть перспективу развития как общественного транспорта, так и СПМ. Поощрение использования их помогает снизить количество автомобилей на дорогах и сократить пробки и заторы.

## 5. Социальное партнерство и образование.

Привлечение горожан, образовательные программы и информирование о пользе использования общественного транспорта и средств персональной мобильности может увеличить осведомленность и эффективность в использовании различных видов транспорта.

## 6. Сотрудничество с частным сектором.

Также одной из перспектив по повышению эффективности можно считать сотрудничество с частными компаниями и провайдерами транспортных услуг (например, услуги совместного использования

автомобилей или электрические самокаты), что позволит интегрировать и координировать средства персональной мобильности с городской транспортной системой. Это способствует снижению частоты использования автомобилей и сокращению загруженности дорог.

Комплексный подход к управлению координированным движением, учет интересов всех участников и использование современных технологий и стратегий позволяют повысить эффективность городской транспортной системы и обеспечить более гармоничное и устойчивое передвижение в городской среде.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Карасёва, М. Г. Прогнозирование выбора пассажирами маршрута городской поездки с использованием средств персональной мобильности = Forecasting of passengers' choice of the route of a city trip using means of personal mobility / М. Г. Карасёва // Транспорт и транспортные системы: конструирование, эксплуатация, технологии : сборник научных статей / Белорусский национальный технический университет ; редкол.: С. В. Харитончик (гл. ред.) [и др.]. – Минск : БНТУ, 2022. – Вып. 4. – С. 158–165.

2. Карасёва, М. Г. Роль средств индивидуальной мобильности в современной логистике городских пассажирских перевозок // Образование. Экономика : Междунар. науч.-практ. конф., Минск, 7–8 апр. 2022 г. : сб. ст. / редкол.: В. В. Манкевич [и др.]. – Минск : Институт бизнеса БГУ, 2022 – Систем. требования: PC, Pentium 166 или выше RAM 16 Мб ; Windows XP, Internet Explorer ; видеокарта 2 Мб ; экран 1024×768. – ISBN 978-985-7214-58-7. – С. 511–513.

3. Капский, Д. В. Транспортные передвижения для построения сети городского пассажирского транспорта и транспортной системы / Д. В. Капский // Вестник Белорусско-Российского университета, 2022. – № 1 (74). – С. 17–30.

4. Капский, Д. В. Определение параметров функционирования системы городского маршрутного пассажирского транспорта / Д. В. Капский // Вестник Белорусско-Российского университета, 2022. – № 2 (75). – С. 4–13.

## **ЭФФЕКТИВНОСТЬ УПРАВЛЕНИЯ КООРДИНИРОВАННЫМ ДВИЖЕНИЕМ ВКЛЮЧАЯ СРЕДСТВА ПЕРСОНАЛЬНОЙ МОБИЛЬНОСТИ**

Студ. гр. 101171-22 Семеняго П. П., Лазарчик Е. А.  
*Научный руководитель – ст. преп. Карасёва М. Г.*

В настоящий момент городская транспортная система является одной из наиболее важных инфраструктурных систем в городах, она также является ключевым фактором в развитии экономики и социальной сферы. Городские транспортные системы сталкиваются с рядом испытаний, связанных с эффективностью, безопасностью и управлением движением. В связи с факторами растущей урбанизации и увеличения числа автотранспортных средств появляется необходимость в модернизации и улучшении управления координированным движением в городах.

Рассмотрим методы и подходы исследования на данную тему:

1) анализ литературы и источников: изучение уже существующих научных работ, статей и публикаций по теме управления координированным движением в городской транспортной системе. Этот шаг будет способствовать выявлению состояния проблемы, существующие подходы и их оценку, а также определить направление развития данной области;

2) сравнительный анализ: сравнение разных стратегий и методов управления движением, а также сравнение существующих систем управления в разных городах и странах для выявления лучших способов и принципов, которые могут быть применимы для совершенствования управления;

3) экспериментальные исследования: проведение пилотных проектов или экспериментов для тестирования новых технологий, методов управления или инфраструктурных изменений в реальной городской среде с целью оценки их эффективности и применимости.

Управление координированием движения в городской транспортной системе это одни из основных аспектов городского планирования и развития. В связи с факторами все более активно растущего

числа автомобилей и других средств передвижения в городе, эффективное управление движением стало незаменимым элементом для обеспечения безопасности и комфорта горожан.

Внедрение средств персональной мобильности – направление, активно развивающееся в последнее время. Средства персональной мобильности – это современное решение, предназначенное для улучшения мобильности и сокращения временных затрат горожан на транспортировку внутри городской среды.

Для эффективного управления координированием движения необходимо разработать комплексную систему, которая объединит средства персональной мобильности с общественным транспортом и инфраструктурой города. Для этого можно использовать современные технологии цифровизации и автоматизации, такие как «умные» светофоры, датчики движения, системы мониторинга и управления транспортным потоком. Внедрение таких современных решений позволит сократить загрязнение окружающей среды и повысить безопасность на дорогах.

Важным аспектом совершенствования управления координированием движения с учетом средств персональной мобильности является образование и информирование горожан. Необходимо проводить кампании и обучающие мероприятия, чтобы граждане понимали правила и особенности использования средств персональной мобильности в городской среде. Это поможет сократить количество конфликтных ситуаций и обеспечить безопасность на дорогах.

Внедрение цифровых технологий и умный подход к управлению транспортным потоком также играют важную роль в совершенствовании координирования движения. Использование умных светофоров, оснащенных датчиками движения и аналитическим программным обеспечением, позволит оптимизировать регулирование светофоров в режиме реального времени, учитывая изменяющуюся плотность и скорость движения.

Совершенствование управления координированием движения в городской транспортной системе с учетом средств персональной мобильности имеет потенциал для улучшения мобильности горожан, снижения загрузки транспортной инфраструктуры и сокращения загрязнения окружающей среды. Внедрение современных технологий,

создание специализированной инфраструктуры и образование граждан помогут создать умную и безопасную городскую среду для использования средств персональной мобильности.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Карасёва, М. Г. Средства персональной мобильности методы измерения их эффективности / М. Г. Карасёва , П. П. Семеняго, Е. А. Лазарчик // Информационные технологии в образовании, науке и производстве [Электронный ресурс] : материалы XI международной научно-технической конференции, Минск, 21-22 ноября 2023 г. / сост. М. Г. Карасёва. – Минск : БНТУ, 2024. – С. 195–211.

2. Карасёва, М. Г. Прогнозирование выбора пассажирами маршрута городской поездки с использованием средств персональной мобильности = Forecasting of passengers' choice of the route of a city trip using means of personal mobility / М. Г. Карасёва // Транспорт и транспортные системы: конструирование, эксплуатация, технологии : сборник научных статей / Белорусский национальный технический университет ; редкол.: С. В. Харитончик (гл. ред.) [и др.]. – Минск : БНТУ, 2022. – Вып. 4. – С. 158–165.

УДК 656.11

## **СОВРЕМЕННЫЕ ДОСТИЖЕНИЯ И ПЕРСПЕКТИВЫ В ОБЛАСТИ БЕСПРОВОДНОЙ ЗАРЯДКИ**

Студ. гр. 10117122 **Левковец А. И.**

*Научный руководитель – ст. преп. Лобач А. Г.*

## ВВЕДЕНИЕ

Беспроводная зарядка – это революционная технология, которая позволяет заряжать устройства без использования проводов. Хотя первые попытки реализации подобных технологий были предприняты более века назад, только в последние десятилетия она получила

широкое распространение и признание благодаря развитию электроники и материаловедения. В данной статье мы рассмотрим современные достижения в этой области и перспективы ее развития.

## ИСТОРИЯ И ОСНОВНЫЕ ПРИНЦИПЫ БЕСПРОВОДНОЙ ЗАРЯДКИ

История беспроводной зарядки берет свое начало с работ Никола Теслы в конце XIX века. Его эксперименты с передачей электрической энергии без проводов заложили основу для современных технологий. Существует несколько методов беспроводной передачи энергии, среди которых наиболее распространены индуктивная, резонансная и радиочастотная зарядка.

Индуктивная зарядка основана на принципе электромагнитной индукции, где энергия передается между двумя катушками (передатчик и приемник) через магнитное поле.

Резонансная зарядка: использует явление магнитного резонанса, где передача энергии происходит между двумя резонансными катушками на одной частоте, что позволяет увеличить дистанцию передачи.

Радиочастотная зарядка: включает передачу энергии посредством радиоволн, что позволяет заряжать устройства на значительном расстоянии, хотя и с меньшей эффективностью по сравнению с индуктивной и резонансной методами.

Современные достижения в области беспроводной зарядки

На сегодняшний день беспроводная зарядка активно внедряется в различные сферы жизни. Рассмотрим ключевые достижения последних лет.

1. Смартфоны и портативные устройства. Беспроводная зарядка для смартфонов стала стандартом благодаря внедрению технологии Qi. Большинство ведущих производителей, таких как Apple, Samsung и Huawei, интегрировали эту технологию в свои устройства. Это позволило значительно упростить процесс зарядки и повысить удобство использования мобильных гаджетов.

2. Электромобили. Одной из самых перспективных областей применения беспроводной зарядки является зарядка электромобилей. Такие компании, как WiTricity и Qualcomm Halo, разрабатывают системы индуктивной зарядки для автомобилей. Это позволяет водителям заряжать свои машины, просто припарковав их на специально

оборудованных местах, что значительно повышает удобство эксплуатации электромобилей.

3. Медицинские устройства. В медицине беспроводная зарядка находит применение в имплантируемых устройствах, таких как кардиостимуляторы и слуховые аппараты. Это позволяет исключить необходимость регулярных хирургических вмешательств для замены батарей, что существенно улучшает качество жизни пациентов.

4. Потребительская электроника. Различные гаджеты, такие как смарт-часы, беспроводные наушники и фитнес-трекеры, также оснащаются беспроводной зарядкой. Это не только упрощает их использование, но и делает устройства более защищенными от попадания влаги и пыли, так как нет необходимости в разъемах для зарядки.

Преимущества и недостатки беспроводной зарядки

Преимущества беспроводной зарядки очевидны:

- удобство – отсутствие проводов упрощает процесс зарядки и уменьшает износ разъемов;

- безопасность – уменьшает риск короткого замыкания и повреждения зарядных портов;

- герметичность – устройства с беспроводной зарядкой могут быть полностью герметичными, что повышает их надежность и долговечность.

Однако существуют и некоторые недостатки:

- эффективность – беспроводная зарядка, как правило, менее эффективна по сравнению с проводной, что может приводить к большему энергопотреблению;

- скорость зарядки – в некоторых случаях скорость беспроводной зарядки ниже, чем у проводной;

- совместимость – не все устройства поддерживают стандарты беспроводной зарядки, что может ограничивать их использование.

## БУДУЩИЕ ТРЕНДЫ И ИННОВАЦИИ

Будущее беспроводной зарядки обещает быть еще более захватывающим. Некоторые из перспективных направлений включают:

- увеличение дистанции передачи энергии – разработка новых технологий, таких как зарядка через лазерные лучи и улучшенные методы радиочастотной передачи, может позволить заряжать устройства на значительно больших расстояниях;

– повышение эффективности – исследования в области новых материалов и методов передачи энергии направлены на уменьшение потерь и повышение КПД беспроводной зарядки;

– интеграция в окружающую среду – в будущем можно ожидать появления «умных» поверхностей, таких как столы и полы, которые будут автоматически заряжать все находящиеся на них устройства.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Беспроводная зарядка – это динамично развивающаяся область, которая уже сегодня оказывает значительное влияние на нашу жизнь. Современные достижения позволяют с уверенностью смотреть в будущее, где беспроводная зарядка станет неотъемлемой частью нашего повседневного быта, сделав его еще более удобным и технологичным.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Наука и техника [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://sat.bntu.by/jour/article/view/2284>. – Дата доступа: 31.05.2024.

2. Альтернативная энергетика и экология [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.isjaee.com/jour/article/view/2154>. – Дата доступа: 31.05.2024.

3. Система обнаружения с беспроводной зарядкой на основе катушки с крестовидной переключкой и активной системой управления аккумулятором [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://energy.bntu.by/jour/article/view/2071>. – Дата доступа: 1.06.2024.

## УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СИСТЕМЫ ИСКУССТВЕННОГО УЛИЧНОГО ДОРОЖНОГО ОСВЕЩЕНИЯ

Студ. гр. 10117121 Белько А. В., Красько Д. С.  
Научный руководитель – ст. преп. *Обчинников И. А.*

Актуальной является проблема замены искусственных источников света (далее ИИС) для приборов освещения, установленных на улично-дорожной сети. В связи с отсутствием автоматизированной системы замены ИИС, процесс замены может занимать длительное время из-за различных человеческих факторов, что отрицательно влияет на безопасность пешеходов, водителей и других участников движения. Поэтому предлагается разработать систему, которая будет автоматически менять перегоревшие ИИС на исправные, чтобы поддерживать освещение на постоянной основе (рис. 1).

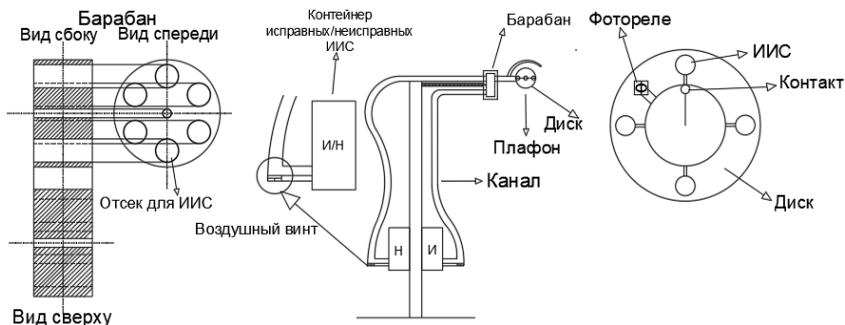


Рисунок 1 – Общий вид предлагаемой системы

Предлагаемая система представляет собой механизм в виде «барабана» с 6-ю отсеками для ИИС, также на приборе освещения будут установлены два контейнера, в одном будут храниться исправные ИИС, чтобы в случае необходимости по трубе, соединяющей этот контейнер и «барабан» отправить его в отсек для дальнейшей эксплуатации, а в другой контейнер будут отправляться неисправные ИИС после эксплуатации для последующей утилизации.

Механизм крепления патрона (ИИС) не винтовой, а защёлкивающий. Перед началом работы системы все отсеки заполнены исправными ИИС. Как только мы запускаем механизм, из одного отсека ИИС патрон становится в плафон, в котором будет находиться диск с четырьмя ИИС и одним контактом для одного ИИС. В тот момент, когда датчики фотореле или реле времени сработали (уровень естественного освещения снизился), а ИИС не зажегся (или работает с перебоями), в фотореле замыкаются контакты, после чего диск вращается до того момента, пока к контакту не присоединится исправный ИИС. Затем неисправный ИИС отправляется в пустой разъем «барабана» (откуда был вставлен при запуске механизма), а на его место при повороте механизма становится исправный ИИС и защёлкивается.

Замена ИИС в «барабане» происходит следующим образом. Неисправный ИИС выезжает из «барабана» в канал, присоединённый к контейнеру с неисправными ИИС. Для того, чтобы ИИС не повредился при движении по каналу, в нем будет работать воздушный винт, постепенно уменьшающий поток воздуха. После того как ИИС достиг нижней точки канала, он отправляется в контейнер. Затем в контейнере с исправными ИИС срабатывает механизм, который выталкивает ИИС в канал с воздушным винтом, подающим постепенно увеличивающийся поток воздуха и отправляющим ИИС в «барабан» на место, где был неисправный ИИС.

В первую очередь устанавливать данный механизм нужно в зонах, где движение транспорта достаточно интенсивное (перекрёстки, пешеходные переходы), где бесперебойная работа освещения обеспечивает безопасность движения.

У каждой системы есть как достоинства, так и недостатки.

Основными достоинствами нашей системы являются:

- повышение безопасности пешеходов, водителей и других участников движения за счет постоянного поддержания освещения;
- упрощение работы с ИИС, так как система автоматизирована и работает без участия людей;
- долговечность и надежность.

Недостатком предлагаемой системы является сложность установки и настройки: настройка автоматизированной системы управ-

ления освещением требует определенных навыков и знаний в области электротехники и автоматизации, что может усложнить процесс внедрения.

Внедрение данной системы ускорит и облегчит процесс замены ИИС и тем самым повысит безопасность пешеходов, водителей и других участников движения на улично-дорожной сети.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Щепетков, Н. И. Световой дизайн города / Н. И. Щепетков. – М. : Архитектура-С, 2006. – 320 с.

2. Сизый, С. Н. Современное состояние и перспективы развития светодизайна / С. Н. Сизый // Светотехника. – 2018. – № 3. – С. 72–78.

3. Овчаров, А. Т. Светодиодная светотехника в наружном освещении г. Томск / А. Т. Овчаров // Вестник Томского государственного архитектурно-строительного университета. – 2014. – № 1. – С. 55–67.

УДК 004.932.2

## **РАДАРЫ ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ СКОРОСТИ ТРАНСПОРТНОГО СРЕДСТВА С ОПРЕДЕЛЕНИЕМ ЕГО ТИПА**

Студ. гр. 10117121 **Журин В. А.**

*Научный руководитель – канд. техн. наук, доц. **Богданович С. В.***

Радары скорости являются важным инструментом в обеспечении безопасности на дорогах. Они используются для контроля скорости движения транспортных средств и выявления нарушителей.

Радары для измерения скорости транспортных средств работают на основе эффекта Доплера: они излучают радиоволны, которые отражаются от движущего объекта, и фиксируют изменение частоты отраженного сигнала, чтобы определить скорость объекта. Этот принцип позволяет точно фиксировать скорость автомобилей в потоке дорожного движения.

Радары скорости подразделяются на 4 вида:

- стационарные, предназначенные для контроля за дорожным движением в режиме непрерывной работы; размещаются стационарно на стойках, опорах;

- передвижные, предназначенные для контроля за дорожным движением в режиме непрерывной работы в течение ограниченного промежутка времени; размещаются на специальных конструкциях, штативах;

- носимые – переносные радары, используемые для точечного контроля скорости, не требующие специальных конструкций для размещения;

- мобильные, предназначенные для контроля за дорожным движением в течение ограниченного промежутка времени и размещаются на борту транспортных средств.

Каждый из видов имеет свои особенности, и выбор типа зависит от цели назначения.

Среди преимуществ радаров скорости отмечают такие как высокая точность измерения скорости транспортных средств, возможность фиксации нарушений на больших расстояниях, автоматическая обработка данных и круглосуточный режим работы. Среди недостатков — необходимость калибровки, дороговизна установки и эксплуатации и отсутствие определения типа транспортного средства.

В дорожном движении радар может выполнять различные функции: от мониторинга скорости на конкретном участке улично-дорожной сети до контроля парковочного пространства. Также, радар используется для анализа интенсивности движения и оптимизации работы светофорного объекта, и применение радаров позволяет сократить количество ДТП, связанных с превышением скоростного режима.

Однако, не всегда функционала радара скорости достаточно, чтобы выявить факт превышения скорости на исследуемом участке дороги. Существующие радары скорости транспортных средств не имеют функционала для определения типа автомобиля. Это приводит к высоким рискам дорожно-транспортных происшествий с участием пассажирских маршрутных транспортных средств, крупногабаритных грузовых транспортных средств и других типов транспорта, не соблюдающих скоростной режим.

Существующие радары скорости транспортных средств не имеют функционала для определения типа автомобиля. Это приводит к высоким рискам дорожно-транспортных происшествий с участием пассажирских маршрутных транспортных средств, крупногабаритных грузовых транспортных средств и других типов транспорта, не соблюдающих скоростной режим.

Например, скорость движения маршрутных транспортных средств вне населенного пункта, регламентированная Правилами дорожного движения – 100 км/ч. Однако, радар не учитывает тип транспортного средства, и максимально допустимая скорость движения согласно установленной в его параметрах для всех типов транспортных средств по-прежнему 120 км/ч. Согласно статистике, наблюдается значительный рост количества аварий по вине водителей маршрутных транспортных средств, связанных с нарушением скоростного режима.

Таким образом, отсутствие дифференцированного подхода к измерению скорости создает повышенную опасность на дорогах.

Решениями для определения радаром типа транспортного средства может стать:

- распознавание искусственным интеллектом (далее ИИ) типа транспортного средства по его характерному силуэту;
- указание типа транспортного средства при постановке на учет для последующего распознавания регистрационного номера радаром;
- комбинирование данных о транспортном средстве из различных баз с использованием искусственного интеллекта для точной идентификации.

Определение типа транспортного средства на основе ИИ предполагает использование алгоритмов машинного обучения, позволяющих радарам автоматически распознавать тип транспортного средства по его силуэту и размерам. Это повысит точность измерения скорости и снизит риски дорожно-транспортных происшествий с участием пассажирских и крупногабаритных ТС.

Внедрение требования регистрации типа транспортного средства в системе ГАИ позволит радарам получать эту информацию и учитывать ее при измерении скорости, обеспечивая более безопасное дорожное движение.

Комбинированный подход определения типа транспортного средства сочетает технологию ИИ и интеграцию с базой данных ГАИ и, тем самым, позволит радарам максимально точно определять тип транспортного средства и учитывать его при измерении скорости.

Преимуществами радаров с определением типа транспортного средства станут:

- повышение безопасности из-за более точной оценки допустимой скорости движения;
- контроль соблюдения ПДД за счет выявления нарушения, связанного с превышением скорости для конкретного типа ТС;
- сбор статистики для анализа дорожной ситуации и усовершенствования инфраструктуры.

Оба метода имеют свои преимущества и недостатки. Первые требуют значительных инвестиций в разработку и внедрение системы на основе ИИ, необходимость постоянного обновления базы данных. Другим же потребуются внесение изменений в законодательство и процедуру регистрации транспортных средств, дополнительные затраты для их владельцев. Этот метод получится реализовать лишь постепенно, внося изменение в каждое, уже поставленное на учет транспортное средство.

Алгоритм проверки на нарушение транспортным средством скоростных режимов может состоять из следующих этапов:

- установка радара – радар устанавливается на определенном участке дороги, позволяющем фиксировать проезжающие транспортные средства;
- определение типа транспортного средства – радар использует технологии ИИ для анализа силуэта и габаритов транспортного средства, определяя его тип;
- измерение скорости – после идентификации типа ТС, радар производит точное измерение скорости движения, учитывая особенности транспортного средства;
- принятие системой решения – при несоблюдении скоростного режима данным типом транспортного средства данные отсылаются в ГАИ для вынесения постановления о правонарушении.

Алгоритм проверки представлен на рис. 1.

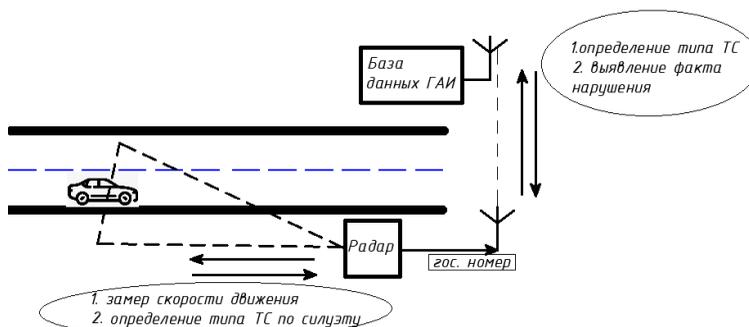


Рисунок 1 — Алгоритм проверки на нарушение транспортным средством скоростных режимов

Радары скорости зарекомендовали себя как эффективный инструмент повышения безопасности на дорогах, т. к. они позволяют выявить факт различных нарушений, помимо превышения скорости: нарушение рядности движения, движение по обочине, движение по полосе для маршрутных транспортных средств, движение задним ходом в местах, где это запрещено и т. п.

Дальнейшее развитие этой технологии будет связано с ее интеграцией в комплексные системы транспортного контроля, модернизацией оборудования и использованием более продвинутой аналитики для глубокого понимания дорожной ситуации. Кроме того, данные, получаемые от радаров, могут быть использованы для оптимизации дорожной инфраструктуры и повышения дисциплины водителей.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Marsh, D. Radar reflects safer highways / D. Marsh. – EDN 4-24-2003 [Electronic resource]. – Mode of access: <http://www.edn.com/article/CA292201.html>. – Date of access: 10.05.2024.

2. Tapping Radar Technology For Automotive Safety. Ashok Bindra, Editorial Director, RF Design and Power Electronics Technology. Feb 22, 2005. [autoelectronics.com/mag/automotive\\_safety\\_technology/index.html](http://autoelectronics.com/mag/automotive_safety_technology/index.html)

3. Mark A. Richards. Fundamentals of Radar Signal Processing. McGraw-Hill Electronic Engineering, 2005.

4. Рекомендации по применению компании InnoSent. Application Note I. Radar Sensing and Detection of Moving and Stationary Objects. Dr. Ing. Wolfgang Weidmann. Donnersdorf, im März, 2003.

УДК 656.11

## **АВТОМАТИЗИРОВАННЫЕ ПЕРЕВОЗКИ С ПОМОЩЬЮ ДРОНОВ**

Студ. гр. 10114122 **Томшис Д. В.**

*Научный руководитель – ст. препод. Кустенко А. А.*

Автоматизированные перевозки с использованием дронов – это одно из инновационных направлений в сфере логистики и транспортировки грузов. Дроны, или беспилотные летательные аппараты, представляют собой небольшие устройства, способные перемещаться в воздухе без прямого участия человека.

Использование дронов для грузовых перевозок имеет ряд преимуществ.

Эффективность логистики. Традиционная доставка привязана к дорогам. Часто грузовикам приходится проезжать десятки лишних километров, чтобы довезти груз со склада даже до близких пунктов назначения. Кроме того, они могут застревать в пробках. У дронов нет таких ограничений – они могут напрямую добираться из пункта А в пункт Б, что делает транспортировку намного эффективнее.

Обслуживание клиентов в удаленных районах. В местностях со слаборазвитой дорожной инфраструктурой доставка занимает большое количество времени. В некоторых случаях планы может испортить погода. Беспилотники же способны легко пролететь над бездорожьем.

Скорость. Доставку дронами корректнее всего сравнивать с авиапочтой – грузы доставляются быстро и без препятствий. Скорость

транспортировки может превышать традиционные методы доставки в разы.

Улучшение транспортной ситуации. По данным гиганта розничной торговли Amazon, большинство коммерческих грузов весит менее 2 кг. Сегодня такие товары занимают место в грузовиках. Если бы все легкие посылки начали отправляться беспилотниками, это существенно разгрузило бы транспорт и уменьшило бы количество фургонов и фур на дорогах. От этого бы выиграли пассажирские перевозки и, конечно, экология — дроны, получающие энергию от электричества, выбросов не производят.

Низкая стоимость. Использование беспилотной доставки обходится компаниям намного дешевле, чем перевозка грузов вертолетами. Дроны также выгоднее стандартных методов доставки, где задействовано большое количество человеческих ресурсов. Беспилотники требуют больших расходов лишь при внедрении технологии, расходы же на зарплату сотрудникам со временем могут только расти.

Дроны могут доставлять клиентам различные товары. Спектр областей, в которых они уже используются сегодня, довольно широк:

Доставка еды и готовых блюд. Первая доставка пиццы в небо состоялась в Сыктывкаре в 2014 году. Пионером стала российская компания Dodo Pizza. Однако дрон еще не заменил своего курьера. Международная сеть продуктовых магазинов 7-Eleven также экспериментирует с беспилотными летательными аппаратами. В 2023 году uber Eats планирует начать коммерческую эксплуатацию беспилотника.

Здравоохранение. Многие врачи также возлагали надежды на роды без водителя. Дроны могут быстро доставлять медицинские устройства и донорские органы в труднодоступные места. В 2019 году первая почка для трансплантации была отправлена беспилотником пациенту в Соединенных Штатах. Кроме того, некоммерческая организация WeRobotics сегодня использует профессиональный дрон DJI Matrice300RTK для перевозки контейнеров с вакцинами.

Неотложная медицинская помощь. Беспилотная поставка дефибрилляторов была успешно протестирована в Швеции. Согласно результатам экспериментов, в большинстве случаев дрон находился перед машиной скорой помощи, что подвергало пациента риску.

Спасательные операции. Дрон может нести инструменты для ремонта поврежденных водопроводов и линий электропередач, а также доставлять предметы первой помощи в пострадавшие районы.

Розничный бизнес. Логистические компании UPS в настоящее время осваивают гибридный метод: все посылки доставляются в регион грузовиками, а посылки доставляются беспилотными летательными аппаратами. Эта технология решает проблему обеспечения «последней мили».

Во всех вышеперечисленных случаях работает ли дрон быстрее, чем традиционный способ доставки? Очевидно, что да: как упоминалось выше, дроны могут доставлять товары по прямой линии из пункта А в пункт Б, не перепрыгивая через пробки, повороты и выбоины. В среднем современные модели DJI способны развивать скорость до 80 км/ч.

Тем не менее, есть некоторые вызовы и ограничения при использовании дронов для грузовых перевозок. Одним из них является ограниченная грузоподъемность дронов, что ограничивает их применение для перевозки крупных или тяжелых грузов. Кроме того, требуются специальные технологические инфраструктуры и правовые нормы для безопасной и эффективной работы дронов в воздушном пространстве.

Тем не менее, с развитием технологий и нормативной базы автоматизированные перевозки с использованием дронов имеют большой потенциал для улучшения эффективности логистических процессов и сокращения времени доставки грузов. В будущем такие технологии могут стать более широко распространенными и привести к изменениям в сфере грузовых перевозок.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Бром, А. Е. Современные технологии организации и управления жизненным циклом наукоемкой продукции / А. Е. Бром // Вестник МГОУ. Экономика, 2015. – № 2. – С. 41–46.

2. Омельченко, И. Н. Современные подходы к оценке жизненного цикла продукции / И. Н. Омельченко, А. Е. Бром // Вестник Волжского университета имени В. Н. Татищева, 2013. – № 2. – С. 29–34.

3. «Marsh» – электронный отчет «Дроны-это взгляд в будущее логистического сектора?» [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.oliverwyman.com/content/dam/marsh/Documents/PDF/>

UKen/Drones%20A%20View%20into%20the%20Future%20fo r%20the%20Logistics%20Sector-10-2015.pdf. – Дата доступа 03.04.2024.

4. Использование дронов в логистике [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.microdrones.com/en/applications/growth-markets/quadcopter-for-logistics>. – Дата доступа 03.04.2024.

УДК 656.13

## **ИССЛЕДОВАНИЕ УСЛОВИЙ ДОРОЖНОГО ДВИЖЕНИЯ В ЦЕНТРАЛЬНОЙ ЧАСТИ Г. БРЕСТА**

Студент группы 10115120 **Зеленевский М. В.**

*Научный руководитель – канд. техн. наук, доц. **Ком Е. Н.***

Город Брест – административный центр Брестской области, расположен при впадении реки Мухавец в Западный Буг, у государственной границы с Польшей. Численность населения на 01.01.2023 – 342, 5 тыс. жителей. Площадь города составляет 146,12 км<sup>2</sup>.

Город является важнейшим транспортным узлом на юго-западе Беларуси. В Бресте начинаются 5 республиканских автомобильных дорог: М-1/Е30 Брест Минск – гр. РФ, Р-17 Брест – граница Украины (Олтуш), Р-83 Брест – Каменец – Национальный парк «Беловежская пуца». Р-94 Брест – Томашовка – граница Украины (подъезд к границе Польши (Домачево)), Р-16 Тюхиничи – Высокое – граница Республики Польша (Песчатка).

Границы изучаемой центральной части города проходят по естественным и техногенным объектам: от р. Мухавец вдоль железной дороги Брест – Ковель, далее вдоль железной дороги Брест – Барановичи, а с западной стороны по ул. Зубачева.

В центральной части можно выделить «центральное ядро», ограниченное пр-том Машерова, ул. Ленина, ул. Орджоникидзе, бульваром Космонавтов.

Доля центральной части, в которой выполняются исследования, составляет около 10 % от общей площади города

Характерные участки в составе объекта исследования:

- 15 регулируемых перекрестков;
- 4 регулируемых пешеходных перехода;
- 29 нерегулируемых перекрестков;
- 5 нерегулируемых пешеходных переходов, расположенных вне перекрестков.

Для проведения анализа ДТП были изучены полученные в УГАИ УВД Брестского облисполкома материалы учетных и неучетных дорожно-транспортных происшествий (ДТП) за период с 01.01.2019 по 31.12.2023. За 5 лет на территории г. Бреста произошло 7910 ДТП, в том числе 519 ДТП с пострадавшими и 6877 неучетных ДТП. При этом в центральной части города зафиксировано 1292 ДТП (1189 неучетных и 103 учетных), что составляет 17,5 % от общего количества ДТП в городе.

После проведения качественного анализа аварийности можно сделать вывод, что преобладающими видами ДТП в г. Бресту стали столкновение со стоящим транспортным средством (1748 ДТП (23 %)), столкновение с ударом сзади (1205 ДТП (16 %)) и попутное столкновение (1120 ДТП (15 %)).

## ЛИТЕРАТУРА

1. Врубель, Ю. А. «Исследования в дорожном движении» учебно-методическое пособие / Ю. А. Врубель. – Мн.: БНТУ, 2007.
2. СТБ 1300-2014 «Технические средства организации дорожного движения. Правила применения».
3. СТБ 1140-2013 «Технические средства организации дорожного движения. Знаки дорожные».
4. СТБ 1231-2012 «Технические средства организации дорожного движения. Разметка дорожная».

## РОБОТ-ИНВЕНТАРИЗАТОР SPECTRO

Студ. гр. 10114122 **Смирнова М. А.**

*Научный руководитель – ст. препод. Кустенко А. А.*

Spectro – это современное устройство, специально разработанное для проведения инвентаризации товаров на складе. Он оснащен передовой технологией распознавания и сканирования, что позволяет ему эффективно и точно определять наличие и количество товаров.

Основные возможности робота-инвентаризатора Spectro:

1) автоматизированная инвентаризация. Spectro способен провести инвентаризацию склада без участия человека, что сокращает время процесса и уменьшает вероятность ошибок;

2) точность. Благодаря передовой оптической системе и алгоритмам обработки данных, Spectro точно определяет наличие каждого товара и его количество;

3) скорость. Робот Spectro работает очень быстро и позволяет провести инвентаризацию склада значительно быстрее, чем вручную;

4) простота использования. Spectro легко управляется с помощью специального программного обеспечения и не требует специальных навыков для работы с ним;

5) эффективность. Использование робота-инвентаризатора Spectro помогает оптимизировать процесс учета товаров на складе и повысить эффективность работы всей команды.

Роботы катаются сами, но два инженера за ними приглядывают и проверяют на ошибки. С точки зрения софта в машинах заложено несколько технологий:

Модуль построения карты с помощью информации с сенсоров создаёт карту склада. SLAM (англ. simultaneous localization and mapping) – метод, используемый в мобильных автономных средствах для построения карты в неизвестном пространстве или для обновления карты в заранее известном пространстве с одновременным контролем текущего местоположения и пройденного пути.

Блок локализации позволяет роботу определять, где он находится, и ориентироваться на заранее построенной карте.

Навигационная часть софта говорит, как ему из текущей точки доехать до финальной.

Модуль управления бизнес-логикой декомпозирует задачу из WMS (системы управления складом) и переводит её на язык робота. Например, машина получает задание проверить определённый участок. Она понимает, в какую точку нужно поехать и что сделать: открыть мачту, включить камеры, начать инвентаризацию.

Система компьютерного зрения отвечает за проверку товаров. У неё под капотом нейронная сеть, которая обрабатывает видеопоток с десяти камер, находит товар на палете и его QR-код. Затем загоняет этот фрагмент фотографии в декодер и извлекает информацию, что артикул X хранится в ячейке Y.

Инвентаризация – это рутинный, долгий и небезопасный процесс. Человек поднимается на высоту 11 метров, ищет на коробке QR-код и тянется к нему, чтобы отсканировать. Раньше два сотрудника выборочно проверяли товары каждый день и успевали обойти только 5–7 % склада. Spectro катается без перерыва 12 часов и сканирует все коробки по несколько раз. В итоге робот проводит инвентаризацию в 300 раз быстрее: за три минуты он проверяет зону, на которую два сотрудника тратят восемь часов. Он находит 20–30 ошибок в день (например, если неправильно наклеена этикетка или повреждена упаковка). Люди точно реагируют и исправляют недочеты.

Робот-инвентаризатор Spectro – это надёжный помощник для вашего бизнеса, который поможет упростить и ускорить процесс инвентаризации.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Spectro (робот-инвентаризатор) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.tadviser.ru/index.php82>. – Дата доступа: 25.04.2024.

2. Яндекс открыл в Москве центр разработки складских роботов [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://3dnews.ru/1087022/yandex-otkril-v-moskve-tsentr-po-sozdaniyu-skladskih-robotov>. – Дата доступа: 25.04.2024.

3. Яндекс создал роботов для складов и дарксторов [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://dsmedia.pro/company/yandex/news/jandex-sozdal-robotov-dlja-skladov-i-darkstorov>. – Дата доступа: 25.04.2024.

## **БЕСПИЛОТНЫЕ ТРАНСПОРТНЫЕ СРЕДСТВА ПРИ ПОГРУЗОЧНО-РАЗГРУЗОЧНЫХ РАБОТАХ**

Студ. гр. 10114121 Салаш А. Д.

*Научный руководитель – ст. препод. Кустенко А. А.*

Беспилотные транспортные средства (БПТС) могут эффективно использоваться во время погрузочно-разгрузочных работ, что повышает производительность и безопасность эксплуатации.

Одним из примеров такого использования может быть автоматизированная транспортировка грузов, которая может самостоятельно проходить через склад или порт, загружая и выгружая груз. БПТС можно запрограммировать на оптимальный маршрут и управлять им с центрального пульта управления.

Рассмотрим данную технологию на примере беспилотных вилочных погрузчиков.

Беспилотные вилочные погрузчики Шме— это инновационное решение в области автоматизации логистики, которое является передовой технологией в сфере складской деятельности. Эти автономные машины оснащены передовыми навигационными системами и датчиками, которые позволяют им независимо работать в сложных складских условиях и выполнять различные погрузочно-разгрузочные операции без участия человека.

Беспилотные вилочные погрузчики, способные точно выполнять поставленные задачи, значительно повышают эффективность складских операций и обеспечивают революционный подход к логистике и обработке грузов. Это позволяет владельцам бизнеса снизить эксплуатационные расходы, избавиться от необходимости привлекать операторов вилочных погрузчиков и гарантировать не только повышение производительности, но и высокий уровень гибкости и безопасности при работе.

Преимущества автономных вилочных погрузчиков заключаются в широком спектре преимуществ - от преодоления нехватки рабочей силы и повышения производительности до повышения безопасности

рабочей среды. Использование передовых технологий, таких как беспилотные вилочные погрузчики, может значительно повысить эффективность и экономичность складских операций.

Однако, несмотря на эти преимущества, процесс внедрения автономных вилочных погрузчиков также сопряжен с некоторыми проблемами. Наиболее важным из них является обеспечение безопасной работы в различных условиях и интеграция существующего аппаратного и программного обеспечения. Решение этих проблем требует разработки сложных сенсорных систем, адаптивных алгоритмов и тесного сотрудничества с поставщиками решений.

Таким образом, хотя самоходные вилочные погрузчики обладают значительными преимуществами, успешная интеграция и эксплуатация этих устройств требует серьезной работы по обеспечению безопасности и совместимости с существующими системами управления складом.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Берлин, Н. П. Погрузочно-разгрузочные транспортирующие и вспомогательные машины: учебное пособие [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://elib.bsut.by/bitstream/handle/123456789/1110/berlin\\_pogruz\\_razgruz.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://elib.bsut.by/bitstream/handle/123456789/1110/berlin_pogruz_razgruz.pdf?sequence=1&isAllowed=y). Дата доступа: 03.05.2024.

2. Морозова, В. С. Транспортные и погрузочно-разгрузочные средства: учебное пособие [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [https://lib.susu.ru/ftd?base=SUSU\\_METHOD&key=000450162&dtype=F&etype=.pdf](https://lib.susu.ru/ftd?base=SUSU_METHOD&key=000450162&dtype=F&etype=.pdf). – Дата доступа: 03.05.2024.

## NFC ТЕХНОЛОГИИ В ТЕРМИНАЛАХ

Студ. гр. 10114122 **Шишко И. В.**,  
*Научный руководитель – ст. препод. Кустенко А. А.*

Технология NFC (Near Field Communication) представляет собой беспроводную технологию передачи данных на небольшие расстояния, которая используется в различных устройствах, включая мобильные телефоны, планшеты, ноутбуки, теги и многое другое. Одним из основных применений NFC технологии является использование ее в терминалах для совершения платежей. NFC позволяет упростить процесс оплаты товаров и услуг, просто прикоснувшись мобильным устройством к терминалу. Технология NFC также активно применяется в сфере маркетинга и рекламы, где позволяет быстро обмениваться информацией между устройствами, считывать теги на рекламных материалах для получения дополнительной информации или скидок. NFC обеспечивает безопасную и удобную передачу данных, что делает ее популярной и широко используемой технологией в настоящее время.

Технология NFC (Near Field Communication) позволяет безопасно и удобно совершать платежи, не прибегая к использованию наличных средств или пластиковых карт. Пользователи могут легко оплатить покупки, проходить через турникеты на транспорте или осуществлять другие типы транзакций, просто поднеся устройство к специальному терминалу.

Одной из основных преимуществ технологии NFC является ее высокая скорость и удобство использования. Пользователям не нужно вводить пин-коды или подписывать бумажные документы, что значительно ускоряет процесс совершения платежа. Кроме того, NFC терминалы обеспечивают уровень безопасности более высокий, чем при использовании магнитных полос карт или чеков.

Одним из главных трендов современных технологий является интеграция NFC в мобильные устройства, такие как смартфоны и планшеты. Это позволяет пользователям всегда иметь под рукой способ оплаты, а также совмещать несколько функций в одном устройстве.

Кроме того, NFC открывает новые возможности для различных видов бизнеса, так как упрощает процесс оплаты для клиентов и повышает их удовлетворенность обслуживанием.

Преимущества NFC технологии в терминалах включают:

1) быстрота и удобство – NFC технология позволяет совершать платежи всего в одно касание, что значительно ускоряет процесс оплаты. Нет необходимости вводить пин-код или подписывать чек, что делает оплату моментальной и удобной для пользователей;

2) безопасность – данные, передаваемые через NFC, защищены специальными протоколами шифрования, что делает процесс платежей более безопасным. Это уменьшает риск мошенничества и кражи информации о платежах;

3) универсальность – большинство современных устройств поддерживают технологию NFC, что делает ее доступной для широкого круга пользователей. Это значит, что практически любой пользователь смартфона или другого устройства с NFC-модулем может воспользоваться этой технологией для совершения платежей;

4) возможность проведения дополнительных операций – некоторые терминалы с NFC не только позволяют совершать платежи, но и предоставляют дополнительные услуги, такие как накопление бонусных баллов, получение скидок или другие привилегии. Это делает оплату более выгодной и интересной для пользователей, стимулирует их к использованию NFC технологии.

Однако, несмотря на все плюсы, NFC все еще не так широко распространено, как другие методы оплаты. Это связано с тем, что не все устройства поддерживают эту технологию, а также с опасениями относительно безопасности данных. Некоторые пользователи беспокоятся, что информация, передаваемая через NFC, может быть подвержена краже или манипуляциям.

Для улучшения безопасности данных при использовании NFC были внедрены различные механизмы защиты, такие как шифрование информации и использование специальных токенов для аутентификации платежей. Кроме того, производители постоянно работают над улучшением защиты данных при использовании этой технологии.

В заключение можно сказать, технология NFC (Near Field Communication) представляет собой удобный и быстрый способ совершения платежей, который все больше набирает популярность

среди пользователей. Хотя существуют опасения относительно безопасности NFC, при правильном использовании и соблюдении рекомендаций по предотвращению мошенничества, данная технология может стать надежным и удобным инструментом для совершения платежей и передачи данных.

Существуют различные меры безопасности, которые могут помочь защитить информацию при использовании NFC. Некоторые из них включают в себя активацию NFC только при необходимости, не хранение конфиденциальной информации на устройствах, регулярное обновление программного обеспечения, а также следование инструкциям и рекомендациям производителей устройств.

При соблюдении вышеперечисленных мер и общей бдительности со стороны пользователей, технология NFC действительно может стать надежным и удобным инструментом для совершения платежей и обмена данными. Важно помнить о безопасности и следовать рекомендациям специалистов для минимизации рисков возможных атак или мошенничества при использовании NFC.

## ЛИТЕРАТУРА

1. NFC технологии [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://prokoshelki.ru/nfc/kak-tehnologiya-nfc-vliyaet-na-razvitie-mobilnoj-kommercii-novosti-mobilnyh-platezhej/>. – Дата доступа: 20.04.2024.

2. Чем является функция NFC в смартфоне и как она работает [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://nksmart.ru/vse-o-smartfonah/podderzhka-nfc-v-smartfone-cto-eto-takoe-2/>. – Дата доступа 20.04.2024.

## **ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ИЛИ ГИБРИДНЫЕ ВИЛОЧНЫЕ ПОГРУЗЧИКИ: ПУТЬ К СНИЖЕНИЮ ВЫБРОСОВ УГЛЕКИСЛОГО ГАЗА**

Студ. гр. 10114122 **Бочаров А. М.**

*Научный руководитель – ст. преп. Кустенко А. А.*

Отрасль перевозок играет значительную роль в глобальных выбросах углекислого газа (CO<sub>2</sub>), поскольку на нее приходится около 7 % общемировых выбросов. Вилочные погрузчики, которые широко используются на складах и в распределительных центрах, являются основными источниками выбросов CO<sub>2</sub>. Электрические и гибридные вилочные погрузчики предлагают экологически чистое решение для снижения этих выбросов и продвижения более устойчивой логистики.

Традиционные вилочные погрузчики с двигателями внутреннего сгорания (ДВС) выделяют значительное количество CO<sub>2</sub> из-за сжигания ископаемого топлива. Выбросы CO<sub>2</sub> зависят от таких факторов, как тип топлива, продолжительность работы и интенсивность использования.

В свою очередь электрические вилочные погрузчики работают от аккумуляторных батарей, а гибридные вилочные погрузчики сочетают в себе электрический двигатель с ДВС. По сравнению с вилочными погрузчиками с ДВС, электрические и гибридные вилочные погрузчики предлагают ряд преимуществ с точки зрения снижения выбросов CO<sub>2</sub>:

– нулевые выбросы при работе – электрические вилочные погрузчики не производят выбросов CO<sub>2</sub> во время работы, поскольку они не сжигают ископаемое топливо;

– сниженные выбросы при зарядке – гибридные вилочные погрузчики производят меньше выбросов CO<sub>2</sub> по сравнению с вилочными погрузчиками с ДВС, поскольку они используют электричество для большей части своей работы;

– более высокая топливная эффективность – электрические и гибридные вилочные погрузчики более эффективны в использовании

энергии, чем вилочные погрузчики с ДВС, что приводит к снижению общего потребления энергии и выбросов CO<sub>2</sub>.

Электрические и гибридные вилочные погрузчики могут быть использованы в различных областях применения, где требуется погрузочно-разгрузочное оборудование, в том числе:

- склады и распределительные центры;
- производственные предприятия;
- порты и терминалы;
- логистические компании.

Помимо снижения выбросов CO<sub>2</sub>, электрические и гибридные вилочные погрузчики также предлагают ряд преимуществ для бизнеса:

– снижение затрат на электроэнергию – электрические вилочные погрузчики работают от электричества, которое обычно дешевле, чем ископаемое топливо;

– снижение затрат на техническое обслуживание – электрические и гибридные вилочные погрузчики имеют меньше движущихся частей, чем вилочные погрузчики с ДВС, что снижает затраты на техническое обслуживание.

– улучшение условий труда – электрические и гибридные вилочные погрузчики производят меньше шума и вибрации, что улучшает условия труда для операторов.

Электрические и гибридные вилочные погрузчики играют решающую роль в снижении выбросов CO<sub>2</sub> и продвижении более устойчивых перевозок. Они предлагают нулевые или сниженные выбросы при работе, более высокую топливную эффективность и ряд преимуществ для бизнеса. По мере того, как все больше предприятий стремятся сократить свой углеродный след, ожидается, что электрические и гибридные вилочные погрузчики будут все чаще использоваться для удовлетворения их потребностей в погрузочно-разгрузочном оборудовании.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Технологии снижения выбросов и альтернативные виды топлива для вилочных погрузчиков [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://xn8sbhqfaif6agbcp7adg3e.xn--p1ai/tehnologii-snizheniya-vybrosov-i-alternativnye-vidy-topлива-dlya-vilochnyh-pogruzchikov>.html. – Дата доступа: 23.05.2024.

2. Экологические аспекты использования вилочных погрузчиков» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.forklift.blog/blog/ekologicheskie-aspekty-ispolzovaniya-vilochnykh-pogruzchikov>. – Дата доступа: 23.05.2024.

3. Как индустрия вилочных погрузчиков влияет на окружающую среду [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://anguslifttrucks.co.uk/%D0%BA%D0%B0%D0%BA-%D0%B8%D0%BD%D0%B4%D1%83%D1%81%D1%82%D1%80%D0%B8%D1%8F%D0%B2%D0%B8%D0%BB%D0%BE%D1%87%D0%BD%D1%8B%D1%85%D0%BF%D0%BE%D0%B3%D1%80%D1%83%D0%B7%D1%87%D0%B8%D0%BA%D0%BE%D0%B2-%D0%B2/?lang=ru>. Дата доступа: 23.05.2024.

УДК 656.13

## **ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ ДАТЧИКИ ДЛЯ РЕДУПРЕЖДЕНИЯ СТОЛКНОВЕНИЙ ИЛИ ДРУГИХ ОПАСНЫХ СИТУАЦИЙ: ПОТЕНЦИАЛ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ В ПОГРУЗОЧНО- РАЗГРУЗОЧНЫХ РАБОТАХ**

Студ. гр. 10114122 **Чепцов А. А.**

*Научный руководитель – ст. препод. Кустенко А. А.*

Погрузочно-разгрузочные работы являются неотъемлемой частью логистических и производственных операций, но они также могут быть опасными. Столкновения между вилочными погрузчиками, людьми и другими предметами являются распространенными причинами несчастных случаев и травм на рабочих местах. Интеллектуальные датчики представляют собой перспективную технологию, которая может помочь предотвратить эти опасные ситуации. Они могут быть использованы для автоматического определения окружающей обстановки, обнаружения препятствий и предотвращения столкнове-

ний. Это позволяет уменьшить вероятность возникновения аварийных ситуаций, повреждений грузов и техники, а также обеспечивает безопасность персонала.

Интеллектуальные датчики используют различные технологии, такие как лидары, камеры и ультразвук, для обнаружения и измерения расстояний и препятствий в окружающей среде. Они могут быть запрограммированы на распознавание вилочных погрузчиков, людей, стеллажей и других потенциальных опасностей. Когда датчики обнаруживают опасную ситуацию, например, когда вилочный погрузчик приближается к рабочему слишком близко, они могут подавать различные предупреждения:

- звуковые сигналы – сирены или гудки могут оповещать работников о приближающейся опасности;

- визуальные сигналы – светодиодные индикаторы или проекторы могут проецировать предупреждающие сообщения или символы на пол или стены;

- тактильные сигналы – вибрирующие устройства могут предупредить работников через их ремни безопасности или перчатки.

Использование интеллектуальных датчиков в погрузочно-разгрузочных работах предлагает ряд преимуществ:

- повышенная безопасность – датчики могут обнаруживать опасности, которые трудно заметить для работников, снижая риск столкновений и несчастных случаев;

- улучшенная осведомленность о ситуации – датчики обеспечивают работникам в режиме реального времени информацию об окружающей среде, помогая им принимать более обоснованные решения.

- повышенная эффективность – предупреждение об опасностях помогает предотвратить задержки и несчастные случаи, поддерживая бесперебойный рабочий процесс;

- снижение затрат – предотвращение несчастных случаев и повреждений оборудования может сэкономить предприятиям значительные средства на медицинских расходах, компенсациях работникам и ремонте оборудования.

Данные датчики могут быть установлены в ряде погрузочно-разгрузочных машинах, а именно: в вилочных погрузчиках, погрузчиках с высокими полками, погрузчиках для поддонов, транспортерах, производственных лентах.

Потенциал использования интеллектуальных датчиков в погрузочно-разгрузочных работах огромен. Эти устройства не только повышают уровень безопасности на складе, но и способствуют оптимизации рабочих процессов и уменьшению временных затрат. Благодаря возможности оперативного реагирования на изменяющиеся условия и предотвращения аварий, интеллектуальные датчики помогают сократить потери от повреждений грузов и оборудования, а также повысить общую эффективность складских операций.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Современные системы SICK для автоматизации оборудования в портах и терминалах [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://controleng.ru/ohrana-truda/v-portah-i-terminalah/>. – Дата доступа: 21.05.2024

2. Системы безопасности для вилочных погрузчиков [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://skladliga.ru/blog/novosti-rynka/sistemy-bezopasnosti-dlya-vilochnyh-pogruzchikov>. – Дата доступа: 21.05.2024.

3. Material Handling Automation: A Comprehensive Guide for Engineers [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.wevolver.com/article/material-handling-automation>. – Дата доступа: 21.05.2024.

## **ОРГАНИЗАЦИЯ ПРР НОВЫХ ЕДИНИЦ УКРУПНЕНИЯ СБОРНЫХ ГРУЗОВ**

Студ. гр. 101141-22 Сацуга А. А.

*Научный руководитель – ст. преп. Кустенко А. А.*

В последнее время значительно увеличился объем контейнерных перевозок, построение все более сложных маршрутов внутриконтинентальной доставки грузов через хинтерланд, повышение требований к эффективности системы доставки грузов в контейнерах требуют все большего количества контейнеров как средств укрупнения сборных грузовых мест. Одновременно рост объемов перевозки грузов в контейнерах вызывает пропорциональный рост объемов генеральных грузов, помещаемых в универсальные контейнеры.

Проблема низкой производительности погрузочно-разгрузочных работ, с которой сталкивались до контейнеризации все морские порты, постепенно возникла в крупных сухопутных центрах грузораспределения. Кроме высокой трудоемкости данного вида деятельности, низкая интенсивность этих работ еще более увеличивает цикл оборота контейнеров от порта до порта через хинтерленд. Решением этой задачи при отправке сборных партий грузов может быть внедрение новых средств укрупнения, при которых грузовладелец имеет возможность освобождения линейного контейнера на этапе его перегрузки непосредственно на терминале. Такой модуль может также обеспечивать все преимущества самого контейнера, т. е. герметичность хранения, свободное перемещение на видах транспорта и перегрузку обычными механизмами терминалов, а также недоступность к грузу, то есть его сохранность.

Технология и оборудование для выгрузки ТШГ из контейнеров, модулей и автомашин одинаковые. Контейнер при этом, как правило, остается на прицепе для возврата на терминал, а модуль, после освобождения от грузов, может быть сгружен с автомобиля, разобран и после укрупнения с другими модулями отгружен на площадку предоставившего его экспедитора

Так как технология транспортировки новых модулей остается традиционной и сводится к их перевозке в линейном контейнере от

пункта консолидации грузопотока до пункта его распределения. Предлагаемая технология перегрузки включает приведенную далее последовательность операций:

- 1) доставку модулей на площадку экспедитора;
- 2) загрузку модулей сборными грузами грузоотправителя и доставка их на терминал консолидации грузопотоков (распределительный центр, сухой или морской порт, контейнерный терминал);
- 3) загрузку модулей в линейный контейнер;
- 4) интермодальную перевозку;
- 5) выгрузку модулей из линейного контейнера на склад терминала назначения для последующей отправки грузополучателю или сразу на смежный вид транспорта при перегрузке по прямому варианту;
- 6) выгрузку сборных грузов из модуля на площадке грузополучателя;
- 7) возврат модуля на площадку экспедитора (в данном случае наиболее предпочтительной является разборная конструкция модуля, так как это способствует экономии при доставке порожней тары). Данная технология обладает следующими преимуществами:
- 8) возможность использования существующей инфраструктуры контейнерных терминалов (нет необходимости смены погрузочно-разгрузочной механизации и переоборудования складских площадей);
- 9) сокращение сроков оборота и тем самым количества задействованных под перевозку сборных грузов контейнеров;
- 10) снижение трудоемкости перегрузочных операций со сборными грузами на контейнерных терминалах (морских и сухих портах).

Выполненное исследование позволяет сделать следующие выводы.

- 1) Контейнерная транспортно-технологическая система имеет значительный потенциал для дальнейшего совершенствования перевозок сборных грузов.
- 2) Контейнеризация грузов привела к появлению в цепочке продвижения товаров нового «узкого» места, конечных пунктов консолидации и распределения грузов.
- 3) Повышение системной эффективности контейнерных перевозок нуждается в дальнейшем совершенствовании средств укрупнения грузов.

4) Внедрение новых средств укрупнения сборных грузов потребует разработки технологий погрузочно-разгрузочных работ в условиях отсутствия специализированного перегрузочного оборудования у грузополучателей.

5) Оценка возможности внедрение новых средств укрупнения сборных грузов потребует всестороннего анализа перспектив совершенствования технологий перевозок сборных грузов.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Бушило, П. И. Организация погрузочно-разгрузочных работ новых единиц укрупнения сборных грузов / П. И. Бушило ; науч. рук. А. А. Кустенко // НИРС АТФ-2023 [Электронный ресурс] : материалы 79-й студенческой научно-технической конф. / редкол.: Т. В. Матюшинец [и др.] ; под общ. ред. А. С. Поварехо ; сост. А. С. Поварехо. – Минск : БНТУ, 2023. – С. 265–267.

2. Жук, И. В. Производство погрузочно-разгрузочных работ. Термины / И. В. Жук, В. Н. Седюкевич, В. Д. Чижонок. – Минск : БНТУ, 2007. – 73с.

УДК 656.13

## **ВИЛОЧНЫЕ ПОГРУЗЧИКИ НА ВОДОРОДНОМ ТОПЛИВЕ**

Студ. гр. 10114122 **Етко А. А.**

*Научный руководитель – ст. преп. Кустенко А. А.*

До недавнего времени автотранспорт и самоходная техника преимущественно использовали традиционные двигатели внутреннего сгорания, работая на ископаемых углеводородах, которых на нашей планете становится все меньше. Именно поэтому разработчики автомобилей и спецтехники начали активно искать альтернативные источники энергии. Эта тенденция затронула и складской транспорт. Сегодня около 30% виловых погрузчиков уже перешли на использование аккумуляторных батарей, однако это чаще всего касается погрузчиков, которые перевозят не тяжёлый груз (500–4000 кг). Для

выполнения тяжелых погрузочно-разгрузочных работ (от 4000–10000 кг) на большой высоте требуется мощное оборудование. Такую мощь могут обеспечить только двигатели внутреннего сгорания. Именно поэтому на данный момент инженеры ведущих компаний, производителей складской спецтехники, обратили внимание на водород как потенциально эффективное и экологически чистое топливо.

Идея использовать водород, самый распространенный элемент в мире, в качестве топлива не новая. Первые попытки создания водородных двигателей относятся к 40-м годам. Однако сама идея не получила развития, так как производство водорода в то время было гораздо дороже, чем использование ископаемого топлива. На данный момент небольшие вилочные погрузчики, работающие на водородных топливных элементах, уже используются в Германии, Японии, США, Китае и в других странах. Например, в соединенных штатах сейчас насчитывается около 50000 погрузчиков, а к 2035 году планируется 300000. Активным внедрением и разработкой данной технологии занимаются такие крупные компании как Still, Hyundai и Toyota, которые верят в успех данной разработки и продвигают ее совершенствование.

На данный момент активно развивается в данной отрасли Китай. С каждым годом на рынке появляется всё больше китайских производителей, которые выпускают погрузчики, работающие на водороде. Ожидается, что объемы продаж будут расти в ближайшие несколько лет. Соответствующие данные показывают, что в настоящее время количество вилочных погрузчиков в Китае составляет около 3,5 млн., а ежегодный объем новых продаж составляет 600 000 единиц, причем почти половина приходится на электрические вилочные погрузчики. По прогнозам 350 000 существующих вилочных погрузчиков будут заменены, и каждый год будет добавляться около 60 000 новых вилочных погрузчиков. Причиной роста производства погрузчиков на экологичном топливе является то, что Китай – крупнейший производитель водорода в мире с объемом производства 33 млн. т/год в 2021 г. большая часть этого объема ископаемого топлива с высоким выбросом углекислого газа, но на данный момент Китай активно развивает производство «зеленого водорода» – самой

чистой формы водорода, получаемого путем расщепления воды электролизом. Страна намерена к 2025 г. ежегодно производить 200 000 т. «зеленого» водорода.

Сегодня среди разработчиков складского оборудования есть как скептики, так и оптимисты по направлению водородной энергетики для погрузочного транспорта. Можно понять обе стороны, так как водород имеет свои очень весомые преимущества, но также имеет свои критические недостатки.

Из преимуществ можно выделить:

- неисчерпаемые запасы топлива, т. к. водород – самый распространенный элемент в мире;
- быстрая зарядка;
- экологичность. Во время работы вилочного погрузчика на водородной топливной ячейке, в качестве выхлопа образуется пар из чистой воды без каких-либо примесей.

Как и все другие виды топлива, водородное имеет свои недостатки:

- высокая стоимость производства водорода. В настоящее время стоимость производства водородного топлива, даже путем электролиза воды, является неприемлемой. Однако эта проблема постепенно решается, и со временем цена литра водорода будет равна цене литра бензина;
- неэкологичность промышленной добычи водорода. Пока что большая часть объема этого газа добывается только из ископаемого топлива, которое дает приемлемую себестоимость продукции;
- отсутствие инфраструктуры для обслуживания водородных погрузчиков;
- взрывоопасность, являющаяся серьезной проблемой. Водород не только горит, но и взрывается с большой силой. Кроме того, это бесцветный газ без запаха. Поэтому в случае утечки оператор погрузчика не успевает среагировать. Необходим полностью герметичный топливный элемент из искусственных материалов на основе углеродного волокна, обладающий повышенной ударопрочностью.

Несмотря на недостатки, водородное топливо – будущее энергетики. Со временем оно станет важным источником энергии, особенно в сфере автомобильного транспорта. Всебольше и больше компаний создают не только вилочные погрузчики, но также экскаваторы и автомобили на альтернативном топливе. Развитие технологий

для производства водорода из возобновляемых источников энергии и расширение инфраструктуры для его распространения могут сделать его более доступным и дружелюбным к окружающей среде решением для энергетических нужд человечества.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Вилочные погрузчики на водороде: преимущества и недостатки новой технологии [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://denal.com.ua/articles/vilochnye-pogruzchiki-na-vodorode.html>. – Дата доступа: 20.04.2024.

2. Перспективы перехода на водородное топливо [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/perspektivy-perehoda-na-vodorodnoe-toplivo>. – Дата доступа: 20.04.2024.

УДК 656.13

## **БУДУЩЕЕ ДОРОГ: ИННОВАЦИОННЫЕ УСТРОЙСТВА СДЕРЖИВАНИЯ СКОРОСТИ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ**

Студ. гр. 101141-21 **Трахимчик К. А., Хотынюк А. В.**  
*Научный руководитель – ст. преп. **Овчинников И. А.***

## ВВЕДЕНИЕ

Простой «лежачий полицейский», или мера «сдерживания скорости движения», как говорят градостроители, присутствует на дорогах мира уже 50 лет. Применение существующих устройств вызывает ряд проблем для водителей и их автомобилей. Каждый водитель, пересекающий дорогу, может повредить свою машину. Даже при значительном снижении скорости конструкции некоторых автомобилей могут привести к повреждениям подвески, кузова и других частей транспортного средства.

## ВОЗМОЖНОСТИ ДЛЯ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ

Последствия «лежачих полицейских» были изучены в многочисленных исследованиях, которые пришли к выводу, что они напрасно

тратят деньги, повреждают транспортные средства и наносят вред людям. Список недостатков:

- повреждения транспортных средств;
- препятствие для машин скорой помощи;
- повышенный шум;
- более высокий уровень загрязнения;
- возможность повреждения спины пассажиров;
- увеличение трафика на прилегающих дорогах.

Впоследствии было разработано несколько различных типов «лежачих полицейских» либо в попытке улучшить исходную конструкцию, либо в попытке изменить ее для несколько иного использования. Вследствии чего существуют многочисленные конструкции выступов, неровностей и форм, изготовители которых утверждают, что выполняют свою работу немного лучше, чем те, что были раньше, но все они по-прежнему действуют по одному и тому же основному принципу создания твердого препятствия на пути транспортного средства, которое вызывает чрезмерный износ даже на относительно низких скоростях.

## ОДНА ЦЕЛЬ, РАЗНЫЙ ПОДХОД

Достижения в области современных материалов теперь предлагают инновационный способ продолжать использовать «лежачие полицейские», но изменить их функцию. Для образования неровностей обычно используется асфальт или бетон, поскольку материалы достаточно прочные, чтобы противостоять постоянным ударам многотонных транспортных средств, но уникальная особенность нового лежачего полицейского состоит из сверхпрочных и гибких материалов.

Принцип работы такого устройства заключается в том, что оно отвердевает под давлением, вызванным скоростью удара колес об препятствие. При малой силе удара состояние искусственного возвышение не станет никаким препятствием для транспортного средства. Для создания такого устройства возвышенность наполняется жидким составляющим, используется неньютоновская жидкость, которая затвердевает при достаточном ударе и срабатывает при превышении определенной скорости. Изменяя химический состав жидкости, можно контролировать на какой скорости затвердевание обеспечи-

вает сопротивление, необходимое для того, чтобы побудить водителей снизить скорость. Ее особенность заключается в вязкости, которая способна существенно меняться в зависимости от взаимодействия с ней, причем не только механическим воздействием, но и даже звуковыми волнами. Другими словами, в одних случаях она становится твердой, как камень, а в других мягче воды.

Стандартная неньютоновская жидкость делается из смеси крахмала с водой. Но в нашей ситуации мы будем делать из смеси масла с крахмалом, так как вода застывает при температуре 0 градусов, а температура застывания масла на порядок ниже. Мы возьмем масло грецкого ореха, его температура застывания от  $-18$  до  $-28$ . Что вполне достаточно для нашего климата, а в случае, если температура опустится ниже, жидкость замерзнет и полицейский будет просто твердым.

Снаружи устройства покрыто гибким материалом, позволяющим легко деформироваться под весом автомобиля. Например, сверхпрочный пластик, он может быть гибким и иметь способность к изгибу. В зависимости от типа сверхпрочного пластика и его состава, он может быть различной жесткости: от жесткого и прочного до более гибкого и упругого.

Разработчики сверхпрочных пластиков могут подбирать состав материала таким образом, чтобы он сочетал в себе высокую прочность и устойчивость с достаточной гибкостью для изгибов и изготовления изделий с различными формами. Таким образом, можно создавать изделия из сверхпрочного пластика, которые могут гнуться, но при этом сохраняют свои механические свойства и прочность.

В случае лежащих полицейских с неньютоновской жидкостью, где важна не только прочность, но и гибкость для адаптации к поверхности и различным условиям эксплуатации, использование сверхпрочного пластика, способного гнуться, может быть полезным.

Таким образом любое транспортное средство, движущееся со скоростью ниже этой заданной скорости, может пересечь их, не замедляясь, поскольку жидкость остается в жидком состоянии, но как только оно подвергается более сильному удару со стороны транспортного средства, движущегося с более высокой скоростью, оно действует как обычный лежащий полицейский.

Это означает, что лежащий полицейский остановит только тех, кого нужно замедлить, в то время как те, кто соблюдает правила скоростного режима, могут проезжать участок дороги без беспокойства. Жидкие «лежащие полицейские» облегчат заторы на дорогах, позволяя транспортному потоку двигаться с постоянной скоростью, уменьшат загрязнение окружающей среды, вызванное неэффективным замедлением и ускорением.

Лежачие полицейские с неньютоновской жидкостью имеют специфический дизайн и конструкцию, которые способствуют их основной функции - демонстрации необычного поведения жидкости под действием давления. Ниже представлены некоторые особенности дизайна и конструкции этих устройств.

1. Прозрачный корпус. Лежащий полицейский изготавливается из прозрачного акрила или других подобных материалов, чтобы обеспечить прочность и прозрачность.

2. Гладкая форма. Конструкция лежащего полицейского обычно имеет гладкие изгибы и поверхности, чтобы обеспечить правильное распределение неньютоновской жидкости и её движения при воздействии, а также избежать застревания или засорения.

3. Разделение на отсеки. Часто лежащие полицейские имеют разделение на отсеки или камеры, чтобы предотвратить перемешивание жидкостей и обеспечить более четкое представление демонстрации.

4. Устойчивая основа. Для обеспечения устойчивости и препятствования опрокидыванию, лежащие полицейские часто имеют широкую и тяжелую основу.

5. Прочные соединения. Для предотвращения утечек жидкости и сохранения целостности устройства используются прочные соединения и герметичные края.

Во всем мире также используется несколько версий «лежащих полицейских» с электроприводом; включая регулировку высоты дорожного покрытия, чтобы при необходимости определенные транспортные средства могли пересекать дорогу с ограничениями. Как правило, они слишком сложны и дороги, чтобы их можно было использовать на дорогах общего пользования.

Использование лежащих полицейских с неньютоновской жидкостью может быть очень полезным для обеспечения безопасности на дорогах. Эти полицейские могут значительно снизить скорость дви-

жения автомобилей, что помогает предотвратить аварии и обеспечить безопасность пешеходов. Кроме того, такие полицейские могут быть эффективным средством контроля скорости и соблюдения правил дорожного движения. В целом, использование лежачих полицейских с неньютоновской жидкостью может способствовать улучшению общественной безопасности и снижению аварийности на дорогах.

Так что разработка способна решить важные задачи – обеспечить безопасность для пешеходов, комфорт для водителей и продлить срок эксплуатации подвески.

## ЛИТЕРАТУРА

1. The future of roads: liquid speed bumps [Электронный ресурс]. – режим доступа: [https://www.matfoundrygroup.com/blog/The\\_Future\\_of\\_Roads\\_Liquid\\_Speed\\_Bumps/](https://www.matfoundrygroup.com/blog/The_Future_of_Roads_Liquid_Speed_Bumps/). – Дата доступа: 24.04.2024.

2. Занимательный опыт: что такое неньютоновская жидкость и как приготовить ее у себя дома [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.techinsider.ru/diy/12628-nenyutonovskaya-zhidkost-sdelay-sam/>. – Дата доступа: 24.04.2024.

УДК 656.13

## **БЕСПИЛОТНЫЕ ЛЕТАТЕЛЬНЫЕ АППАРАТЫ. ПОТЕНЦИАЛ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ В СИСТЕМАХ СКЛАДИРОВАНИЯ ГРУЗОВ**

Студ. гр. 10114122 Арцименя Д. А.

*Научный руководитель – ст. преп. Кустенко А. А.*

В настоящее время системы складирования грузов сталкиваются с большим рядом проблем: недостаток автоматизации, плохая организация на складе, неэффективные процессы работы, большие вре-

менные затраты. Данные проблемы пагубно сказываются на производительности и эффективности работы системы складирования, так как происходят ошибки и задержки, затрудненный поиск товаров, повреждение, утрата груза и другие. Пренебрегая современными методами, которые обеспечивают быстрое выполнение поставленных задач, теряется огромное количество времени. Целью данного доклада было предложить современный вариант модернизации складских помещений и доказать их удобство и эффективность.

Эффективным решением будет использование беспилотных летательных аппаратов – дронов.

Склад с беспилотными аппаратами – это склад, на котором используются дроны для различных операций и задач, таких как инвентаризация, перемещение груза, мониторинг и другие. Беспилотники играют ключевую роль в автоматизации и оптимизации складских помещений и их процессов, при этом улучшая эффективность и снижая затраты.

Особенности применения складов с беспилотными летательными аппаратами:

- автоматизация инвентаризации – автоматическое сканирование и отслеживание запасов на складе. Это значительно сокращает время и уменьшает количество ошибок;

- мониторинг – отслеживание уровня запасов, безопасность и чистота на складах;

- перестановка товаров значительно быстрее и проще, так как беспилотники имеют большую маневренность, при этом ускоряя процесс обработки заказов и снижая ручной труд.

Дроны позволяют оптимизировать складские процессы и операции, при этом повышая производительность и улучшая точность выполнения операций.

Использование дронов благоприятно сказывается на экологии.

Применение беспилотных летательных аппаратов в системах складирования грузов постоянно эволюционирует с развитием технологий. Поэтому склады с беспилотными летательными аппаратами могут быть на передовой в области логистики, интегрируя новейшие технологии для улучшения оперативности.

Система складирования с беспилотниками значительно выигрывает в производительности по сравнению с стандартным складом. Так как там малое число работников, высокая точность операций,

быстрый мониторинг и контроль за складом. В целом, интеграция беспилотников может значительно улучшить саму работу склада, снизить затраты и повысить общую производительность.

Использование дронов представляет собой существенный прорыв в области логистики и управления складскими операциями. Таким образом беспилотники представляют собой инновационных подход, который значительно улучшает операционную систему складирования грузов, оптимизирует логистические процессы и увеличивает производительность. Внедрение дронов дает конкурентное преимущество в современной экономической среде.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Применение дронов DJI для инвентаризации и управления складами» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://dji-blog.ru/naznachenie/primery-primenenija/kak-drony-menjajut-praktiku-inventarizacii-skladov.html>. – Дата доступа: 20.04.2024.

2. Feruza\_Nigmanova\_Drony\_na\_skladakh\_.pptx [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [https://mostpp.ru/upload/iblock/706/Feruza\\_Nigmanova\\_Drony\\_na\\_skladakh\\_.pptx](https://mostpp.ru/upload/iblock/706/Feruza_Nigmanova_Drony_na_skladakh_.pptx). – Дата доступа: 20.04.2024.

3. Умные склады: как сенсоры, роботы и дроны меняют логистику | iot.ru Новости Интернета вещей» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://iot.ru/riteyl/umnye-sklady-kak-sensory-roboty-i-drony-menyayut-logistiku>. – Дата доступа: 20.04.2024.

## **ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ПЕРЕРАСПРЕДЕЛЕНИЯ ТРАНСПОРТНОГО СПРОСА НА УЛИЧНО-ДОРОЖНОЙ СЕТИ (НА ПРИМЕРЕ Г. МИНСКА)**

Студ. гр. 10117120 **Урбанович И. В.**

*Научный руководитель – доц. Саражинский Д. С.*

Опережающий рост автомобилизации над транспортной инфраструктурой значительно увеличило плотность трафика. Как следствие, при возникновении инцидентов, транспортные средства перераспределяются по улично-дорожной сети, что может приводить к негативным системным эффектам.

На данный момент в городе Минск отсутствует система оперативного прогнозирования распределения транспортных средств. Это может приводить к невозможности предотвращения заторовых ситуаций, появившихся в результате перераспределения транспорта, связанного с инцидентов.

В данной работе объектом исследования является участок в центре города Минска. Поэтому он является достаточно значимым для города. Также участок имеет не тривиальную дорожную сеть, поэтому сложно предсказать перераспределение участников движения по улично-дорожной сети

Исследуемый участок ограничен улицами: пр-т Машерова, ул. Козлова, ул. Куйбышева, ул. Леонида Беды, ул. Некрасова, ул. Калинина, ул. Сурганова, ул. Платонова, ул. Змитрока Бядули.

Целью работы является разработка программного комплекса по прогнозированию распределения транспортного спроса на улично-дорожной сети при возникновении инцидентов.

Архитектура работы:

- диспетчер вводит информацию о инциденте в программу через GUI интерфейс;
- программа получает данный и начинает моделирование;
- в результате диспетчер получает прогноз распределения транспортных средств;

– на основе полученного прогноза диспетчер включает противозаторовые планы или предпринимает иные действия по недопущению заторовых ситуаций.

В ходе разработки программного комплекса была создана модель выбранного участка дорожной сети. Модель была откалибрована путем проверки интенсивностей на ключевых перекрестках участка.

Для проверки работы программного комплекса было смоделировано две ситуации:

– заблокирован въезд на улицу Дорошевича со стороны улицы Якуба Колоса. Транспортные средства перераспределились на улицу Сурганова, ул. Якуба Колоса и проспект Машерова;

– заблокирован въезд на проспект Независимости на перекрестке проспект Независимости – «На Ростанях». Транспортные средства перераспределились на проспект Машерова и улицу Дорошевича.

В обеих ситуациях результат был ожидаем, из чего следует, что программный комплекс работает корректно.

Разработанный программный комплекс предоставляет возможность спрогнозировать распределение транспортных потоков на улично-дорожной сети. Это поможет в управлении дорожном движением и даст возможность оперативно реагировать на быстро меняющуюся дорожную ситуацию.

## ЛИТЕРАТУРА

1. U.S. Department of Transportation Federal Highway Administration Traffic Analysis Toolbox Volume XIV: Guidebook on the Utilization of Dynamic Traffic Assignment in Modeling.

2. Eclipse SUMO [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://eclipse.dev/sumo/>. – Дата доступа: 01.04.2024.

## **СРЕДСТВ ПЕРСОНАЛЬНОЙ МОБИЛЬНОСТИ НА СУЩЕСТВУЮЩЕЙ ГОРОДСКОЙ ТРАНСПОРТНОЙ СЕТИ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ**

Студ. гр. 101171-22 Семеняго П. П., Лазарчик Е. А.  
*Научный руководитель – ст. преп. Карасёва М. Г.*

Персональная мобильность – одна из наиболее динамично развивающихся сфер в области транспорта и технологий. В последние годы мы стали свидетелями впечатляющего прогресса в автономных транспортных средствах, электромобилях, разделении средств передвижения и других инновационных концепциях. Эти технологии меняют наше понимание персональной мобильности и открывают новые горизонты для будущего.

Развитие системы персональной мобильности имеет огромное значение в современном обществе. Вот несколько обоснований актуальности этого направления развития.

Экологическая устойчивость – расширение системы персональной мобильности, основанной на электромобилях и других экологически чистых технологиях, позволяет снизить загрязнение воздуха и уровень выбросов парниковых газов.

Борьба с трафиком и пробками – системы персональной мобильности, основанные на совместном использовании средств передвижения (каршеринг, такси-сервисы, велопрокат), помогают сократить количество автомобилей на улицах и улучшить трафиковую ситуацию.

Улучшение доступности и мобильности – средства персональной мобильности, например, могут предоставить независимость и возможность передвижения людям, которые ранее были ограничены в своих перемещениях.

Экономические выгоды – рост систем персональной мобильности способствует развитию новых технологических отраслей, созданию рабочих мест и стимулированию экономики.

Улучшение качества жизни – благодаря развитию персональной мобильности, люди могут выбирать более удобные, безопасные и эффективные способы передвижения, что приводит к повышению качества жизни.

Персональная мобильность – это концепция, связанная с передвижением людей от одного места к другому с использованием различных транспортных средств и технологий. Целью персональной мобильности является обеспечение эффективного, удобного и экологически устойчивого способа путешествия для индивидуальных пользователей.

Одной из ключевых составляющих персональной мобильности является выбор транспортных средств. В настоящее время существует широкий спектр вариантов для персональной мобильности, включая автомобили, мотоциклы, велосипеды, электрические скутеры и даже электрические скейтборды. Каждый из этих вариантов имеет свои преимущества и может быть выбран в зависимости от конкретных потребностей пользователя.

С развитием технологий, появляются также новые концепции персональной мобильности, связанные с автономными, электрическими транспортными средствами. Например, автономные автомобили могут предоставить возможность передвигаться без участия человека, что может быть особенно полезно для людей, которые не могут водить машину по различным причинам.

Другим важным аспектом персональной мобильности является интеграция различных видов транспорта в одну систему. Концепция «мульти-modalности» предлагает использование нескольких транспортных средств в течение одного путешествия, с целью повышения эффективности и удобства. Например, вы можете использовать автомобиль для дальних поездок, а затем пересесть на велосипед или электрический скутер, чтобы достичь конечного пункта назначения в городе.

Одним из основных трендов, связанных с персональной мобильностью, является электрификация транспорта. Электрические транспортные средства имеют меньший негативный экологический след и могут значительно снизить выбросы вредных веществ и шума, связанные с транспортом, что соответствует целям устойчивого развития.

В целом, концепция персональной мобильности ставит пользователей в центр их собственного передвижения, предлагая широкий выбор транспортных средств и технологий, а также поддерживая устойчивость окружающей среды.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Карасёва, М. Г. Перспективы развития системы средств персональной мобильности на существующей городской транспортной сети / М. Г. Карасёва // Информационные технологии в образовании, науке и производстве [Электронный ресурс] : материалы XI международной научно-технической конференции, Минск, 21-22 ноября 2023 г. / сост. М. Г. Карасёва. – Минск : БНТУ, 2024. – С.119–126.

2. Капский, Д. В. Методология экономической, социальной и экологической эффективности транспортной системы / Д. В. Капский // в сборнике: Проектирование автомобильных дорог. Сборник докладов 80-й Международной научно-методической и научно-исследовательской конференции МАДИ. – Москва, 2022. – С. 190–199.

3. Карасёва, М. Г. Прогнозирование выбора пассажирами маршрута городской поездки с использованием средств персональной мобильности = Forecasting of passengers' choice of the route of a city trip using means of personal mobility / М. Г. Карасёва // Транспорт и транспортные системы: конструирование, эксплуатация, технологии : сборник научных статей / Белорусский национальный технический университет ; редкол.: С. В. Харитончик (гл. ред.) [и др.]. – Минск : БНТУ, 2022. – Вып. 4. – С. 158–165.

## **ОПТИМИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА ТРАНСПОРТИРОВКИ ГРУЗОВ В УСЛОВИЯХ ХОЛМИСТОЙ МЕСТНОСТИ**

Студ. гр. 10117121 **Белько А. В., Журин В. А., Красько Д. С.**  
*Научный руководитель – ст. преп. Овчинников И. А.*

Перевозка грузов по извилистым и крутым дорогам в условиях холмистой местности всегда представляет большие трудности. А традиционные наземные способы транспортировки часто неэффективны, ограничены по мощности и затратны, а также оказывают негативное воздействие на хрупкую холмистую экосистему. Решением этой проблемы могут стать туннельные конвейеры – современная инновационная технология, способная безопасно и экологично перемещать грузы.

Конструкция туннельных конвейеров включает в себя прочный закрытый туннель, внутри которого проложена специализированная ленточная система. Эта лента приводится в движение мощными электрическими двигателями, установленными в специальных технических помещениях вдоль трассы. Это позволяет грузовому транспортному средству быстрее преодолевать крутые подъемы за счет сжигания меньшего количества топлива, затрачиваемого на преодоление подъемов, что, в свою очередь, благополучно сказывается на экологии.

Туннель защищает конвейер от внешних воздействий, обеспечивая круглогодичную бесперебойную работу. Внутри туннеля поддерживается оптимальный микроклимат, что позволяет использовать высококачественные конвейерные ленты и механизмы.

Экологическими преимуществами таких конвейеров является:

- эффективность в транспортировке тяжелых и объемных грузов через труднопроходимые для грузовых ТС районы;
- безопасность и снижение вредных выбросов в окружающую среду по сравнению с традиционными наземными перевозками;
- относительно низкие эксплуатационные затраты и минимальный ремонт по сравнению с содержанием автомобильных дорог в холмистой местности.

Конвейеры являются чистым решением для транспортировки грузов, ведь технологическая составляющая основывается на экологической устойчивости окружающей среды, и в будущем они смогут быть использованы в смежных областях: в горнодобывающей, строительной и лесных областях. Они станут неотъемлемой частью интеллектуальной транспортной системы, обеспечивающей эффективную и безопасную доставку грузов.

Исследуя проблему транспортировки грузов, при преодолении подъемов транспортным средством в холмистой местности, сжигается большое количество топлива, что негативно сказывается на экологии.

Пусть транспортное средство с грузом движется на подъем. На рис. 1 указаны сопротивления качению ( $F_f$ ), подъему ( $F_a$ ) и воздуху ( $F_w$ ).

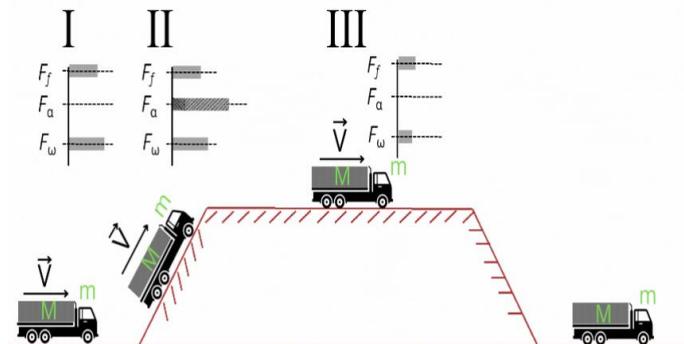


Рисунок 1 – Схема движения транспортного средства с грузом на подъем

Решением может стать принцип работы автомобильно-трубопроводного транспорта. Такой вид транспорта сочетает преимущества как первого, так и второго. Таким образом, он исключает воздействие человека на транспортные процессы, повышая безопасность в дорожном движении и включает в себя технологию доставки грузов «от двери до двери». Цель данной технологии – снижение выбросов вредных веществ в атмосферу.

При подъезде грузового автомобиля к крутому подъему в условиях холмистой местности, груз перемещается с транспортного средства на конвейерную ленту.

Эта лента проходит через туннель, проложенный внутри возвышенности (холма), обеспечивая плавное и энергоэффективное перемещение груза через сложный рельеф. Силы меняются в этой технологии определенным образом, что снижает мощность на подъем груза, т. е. ТС преодолевает высокие подъемы с меньшими усилиями, а, следовательно, и уменьшает расход топлива, что благоприятно сказывается на экологической обстановке (рис. 2).

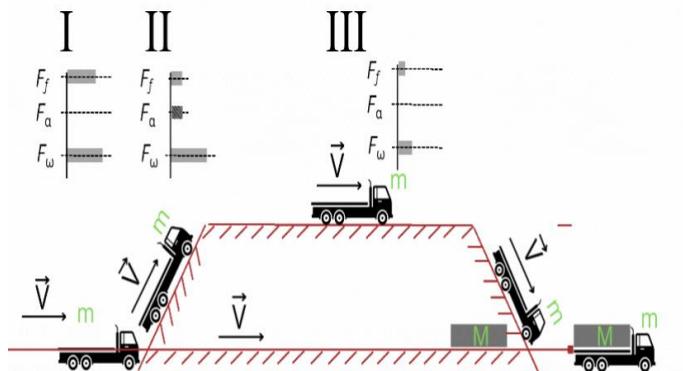


Рисунок 2 – Схема движения транспортного средства без груза на подъем

Таким образом, внедрение технологии автомобильно-трубопроводного транспорта позволит повысить эффективность логистических операций и оптимизировать процессы доставки, снизить затраты и минимизировать воздействие на окружающую среду.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Allaire, G. Numerical Analysis and Optimization: An Introduction to Mathematical Modelling and Numerical Simulation / G. Allaire, A. Craig // Cary, NC, USA : Oxford University Press. – 2007. – P. 294.
2. Rangaiah, G. P. Stochastic Global Optimization: Techniques and Applications in Chemical Engineering / G. P. Rangaiah. – Singapore, World Scientific, 2010.
3. Yang, X.-Sh. Introduction to Mathematical Optimization: From Linear Programming to Metaheuristics / X.-Sh. Yang. – Cambridge, GBR : Cambridge International Science Publishing, 2008. – P. 3–79.

## СОЗДАНИЕ БЕЗАВТОМОБИЛЬНОЙ ЗОНЫ В ГОРОДЕ МИНСКЕ

Студ. гр. 10114121 **Брукунов М. И., Давыденко А. А.**  
*Научный руководитель – ст. преп. Алисеенко Д. С.*

Согласно статистическим данным 70–90 % загрязнения воздуха в городах приходится на автомобильный транспорт. Официальная статистика ВОЗ свидетельствует, что загрязнения атмосферного воздуха привело к 4,2 млн. случаям преждевременной смерти в мире. Это позволяет сделать вывод о том, что загрязнение атмосферы – не какая-то эфемерная проблема, а вполне реальная опасность.

Также автомобильный транспорт является источником шумовых загрязнений. К сожалению, нет конкретных данных о влиянии шумового загрязнения, однако многие ученые сходятся во мнении, что шумовое загрязнение может повлечь за собой множество негативных последствий как для человека, так и для флоры и фауны. Приведем некоторые варианты таких последствий. Шум может вызывать раздражение и агрессию, повышение артериального давления, шум в ушах, потерю слуха. У животных шумовое загрязнение может приводить к нарушению ориентирования в пространстве, общения, поиска пищи и т.д. В связи с этим некоторые животные начинают издавать более громкие звуки, из-за чего они сами будут выступать в роли вторичных звуковых загрязнителей, тем самым сильнее нарушая равновесие в экосистеме.

На рисунках 1–4 представлены выбросы в граммах различных загрязняющих веществ отработавших газов (далее – ЗВ ОГ) первой группы при разных скоростных режимах транспортных средств и суммарные выбросы на участке ул. Я. Коласа, 9 – ул. Кульман, ½ [1].

Анализ выбросов ЗВ ОГ, показанных на рисунках 1–4, свидетельствует об их значительном количестве в атмосфере. Целью нашего исследования является разработка мероприятий по снижению выбросов ЗВ ОГ автомобилей в городе Минске. Представляется привлекательным вариант, при котором от шумовых и других загрязнений

в городе Минске можно было бы избавиться полностью или как минимум значительно их сократить.

E(CO)	3 919
E(NOx)	1 170
E(VOC)	615
E(CH4)	20
E(потребление топлива)	33 476
<b>E1</b>	<b>5 723</b>

Рисунок 1 – Выбросы ЗВ ОГ автотранспортных средств при движении

E(CO)	4 098,02
E(NOx)	602,65
E(VOC)	843,71
E(CH4)	-
E(потребление топлива)	33 748,38
<b>E1</b>	<b>5 544,38</b>

Рисунок 2 – Выбросы ЗВ ОГ автотранспортных средств при разгоне/торможении

E(CO)	508,05
E(NOx)	9,07
E(VOC)	154,23
E(CH4)	-
E(потребление топлива)	5 080,45
<b>E1</b>	<b>671,35</b>

Рисунок 3 – Выбросы ЗВ ОГ автотранспортных средств при простое

E(CO)1i	11 678,71
E(Nox)1i	1 799,15
E(Voc)1i	2 015,60
E(CH4)1i	24,78
<b>E1i</b>	<b>15 518,24</b>

Рисунок 4 – Суммарные выбросы ЗВ ОГ автотранспортных средств

Предлагаемое решение заключается в запрете движения личных автомобилей в черте города, а точнее в зоне, ограниченной МКАД. Так, личные транспортные средства будут использоваться для поездок между населенными пунктами, а в черте города перемещение пассажиров будет осуществляться посредством общественного транспорта. Также в черте города будет разрешено движение дипломатическим автомобилям, автомобилям специального назначения, доставки и такси.

Такое решение имеет ряд преимуществ и недостатков, а также сложностей в реализации. Снижение персональной мобильности может привести к противодействию со стороны населения города, но для решения этой проблемы ограничения можно вводить не сразу, а постепенно, медленно расширяя географию безавтомобильной зоны и организуя мероприятия по пропаганде экологических инициатив, преимуществ общественного транспорта, повышая при этом его привлекательность.

К положительным последствиям можно отнести снижение уровня выбросов и шумового загрязнения. Также с уменьшением количества автомобилей на дорогах можно упростить некоторые элементы инфраструктуры, например, уменьшить количество полос, сократить количество парковок и т. д.

Сложность реализации данного экологического проекта заключается в необходимости на каждом въезде в город строительства перехватывающих вместительных парковок, на которых можно будет оставить свой автомобиль и пересесть на общественный транспорт, а также в модификации и расширении сети общественного транспорта в связи с увеличением ее нагрузки.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Капский, Д. В. Транспортная экология. Лабораторный практикум для студентов специальностей 1-44 01 01 «Организация перевозок и управление на автомобильном и городском транспорте», 1-44 01 02 «Организация дорожного движения» и 1-44 01 06 «Эксплуатация интеллектуальных транспортных систем на автомобильном и городском транспорте» / Д. В. Капский, С. С. Семченков // Минск : БНТУ, 2017.

2. Экологическая безопасность на транспорте [Электронный ресурс, мультимедиа] : учебное пособие / А. А. Гуськов, Н. Ю. Залукаева, В. С. Горюшинский. – Тамбов : Изд-во ФГБОУ ВО «ТГТУ», 2018. – 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). – Системные требования : ПК не ниже класса Pentium II ; CD-ROM-дисковод ; 291 Mb ; RAM ; Windows 95/98/XP ; мышь.

## МОДЕРНИЗАЦИЯ НАЗЕМНОГО ОБЩЕСТВЕННОГО ТРАНСПОРТА БЕЛАРУСИ ПОСРЕДСТВОМ АДАПТАЦИИ ЗАРУБЕЖНОГО ОПЫТА

Студ. гр. 10114122 Лупач А. Л., Муравьева Я. А.,  
Склименок К. А.

*Научный руководитель – ст. преп. Алисеенко Д. С.*

Развитие транспортного комплекса долгое время не учитывало экологические проблемы, которые в настоящее время носят глобальный характер. Инженерные решения принимались исключительно с позиций удобства и мобильности, при игнорировании главной проблемы – экологических последствий. Дизельные двигатели оказывают вредное воздействие на здоровье человека, в частности, и на состояние планеты в целом. Невозможно полностью избавиться от транспортных средств, однако их можно постепенно заменить на более экологически безопасные альтернативы. Транспорт является одним из крупнейших источников выбросов парниковых газов на Земле, что составляет примерно 28 % от других источников загрязнений.

Электрические автобусы с аккумуляторной батареей имеют меньшие выбросы в атмосферу, чем автобусы с дизельным двигателем и природным газом (рис. 1).

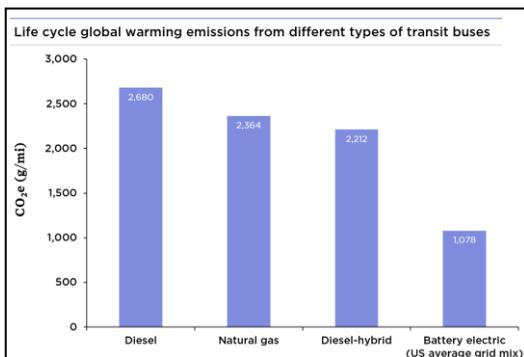


Рисунок 1 – Количество выбросов диоксида углерода

На рис. 1 показано количество галлон на милю (галлón – это мера объема согласно английской системе мер, соответствующей 3,79–4,55 л), которое потребуется дизельному автобусу, чтобы иметь такие же выбросы в течение жизненного цикла, как и у электрического автобуса с аккумуляторной батареей. Электробусы с аккумуляторной батареей в 1,4–7,7 раз с экологических позиций эффективнее дизельных автобусов. Электрический автобус, отвечающий за национальную электроэнергетику, производит 1078 г диоксида углерода (далее – CO<sub>2</sub>) на милю, при этом автобус, работающий на природном газе, производит 2 364 г CO<sub>2</sub> на милю, а дизельный гибрид производит 2 212 г CO<sub>2</sub> на милю [1].

Наземный транспорт Беларуси сталкивается с рядом проблем, которые существенно влияют на функционирование всего транспортного комплекса:

- выброс вредных веществ в атмосферу;
- шум и вибрация от работающего двигателя;
- недостаточная мощность;
- простой транспортных средств вследствие неисправностей/поломки;
- невысокая гибкость троллейбусной сети;
- низкая скорость, не отвечающая современным требованиям в контексте города.

Устранение проблем, связанных с транспортными средствами и окружающей средой, может быть достигнуто через последовательное внедрение принципов устойчивой городской мобильности.

Устойчивый транспорт будущего – это концепция, которая объединяет социальные, экономические и экологические аспекты транспорта. В ней признается необходимость снижения загрязнения окружающей среды, эффективной переработки и повторного использования материалов (экологическая составляющая), доступного и конкурентоспособного транспорта (экономическая составляющая), повышения уровня комфорта при движении и содействия социальному равенству (социальная составляющая) [2].

Одним из вариантов реализации концепции устойчивого транспорта является внедрение транспортных средств с электрическим приводом, так называемый «зелёный» транспорт, который существенно сокращает выбросы углекислого газа. Поскольку страны

стремятся соблюдать международные соглашения, в частности Парижское соглашение, то развитие «зеленого» транспорта – это один из способов экологизации транспортного комплекса.

Важно отметить, что Беларусь является участником Парижского соглашения, в котором электрификация транспорта выступает не как единичный случай, а в качестве единой комплексной программы. Беларусь взяла на себя обязательства к 2030 году на 28 % уменьшить выбросы парниковых газов (по сравнению с 1990-м годом) [3].

Во всем мире пассажирский электротранспорт набирает популярность. Республика Беларусь не является исключением. Мы предлагаем усовершенствовать электробусы белорусского производства, а в качестве примера инновационной модели – рассмотреть электробус польской компании «SOLARIS».

«Solaris urbino 12 electric» – это одна из распространенных моделей, которая в настоящее время успешно выпускается серийно, убеждая пользователей в том, что электробусы обладают теми же функциональными возможностями, что и дизельные автобусы, при этом они не производят вредные выбросы в атмосферу, что делает их наиболее экологически чистым и безопасным видом транспорта. Именно модель «Solaris urbino 12 electric» стала символом электромобильности, сочетая в себе инновационные технологии и надежность. «Solaris Urbino 12 electric» – это не только популярный электробус, но и представитель новой эры в общественном транспорте.

Анализ источников позволил выделить ряд преимуществ электробуса «Solaris Urbino 12 electric» по сравнению с дизельными автобусами:

- на 76 % меньше вибрации;
- на 28 % ниже уровень внешнего шума во время движения и на 16 % меньше при выезде с остановочного пункта;
- расчетное время использования зарядки – 24 часа;
- экологически безопасен;
- низкие эксплуатационные расходы;
- полный комплекс системы безопасности, который включает в себя обнаружение объектов в «слепых» зонах и автоматическое торможение в случае возникновения аварийных ситуаций. Вместо зеркал заднего вида установлены современные камеры с большими вертикальными экранами, оснащенные датчиками учёта пассажиро-

потока. В дополнение к этому, электробусы имеют специальные места для колясок и алкогольную блокировку для пассажиров, что делает поездку не только безопасной, но и комфортной.

Зарядка электробуса осуществляется двумя способами: с помощью зарядного столба через установленный на крыше пантограф во время остановок на маршруте или обычным способом через розетку в автопарке. Следует отметить, что при подъезде транспортного средства к зарядной станции пантограф выдвигается автоматически. Благодаря возможности быстрой подзарядки батарей всего за несколько минут (от двух до четырех) пантографы могут быть установлены как на конечных пунктах, так и на промежуточных во время остановок по маршруту. Данный подход предоставляет возможность отказа от использования традиционных тяжелых аккумуляторов в пользу установки более легких, что приводит к значительному уменьшению веса электробуса и, следовательно, увеличению числа пассажиров, которых он может перевозить.

Билеты для оплаты проезда можно приобрести в терминале оплаты билетов либо непосредственно в электробусе, не контактируя с водителем. Появляется перспектива оплаты картой, остаётся возможность оплаты с помощью мобильного приложения.

Для сокращения времени простоя на остановочных пунктах, электробус оснащен кнопками для открытия дверей. Пассажиры могут самостоятельно нажать на кнопку и выйти из транспортного средства. В случае если никто не выходит, электробус не будет задерживаться на остановочном пункте.

Таким образом, внедрение ряда вышеперечисленных функций и технологий в электробус способствует повышению эффективности и привлекательности общественного транспорта.

Однако, несмотря на все положительные факторы, что могут привести к увеличению пассажиропотока и повышению популярности электробуса, не следует забывать и про негативные стороны. Электроэнергия, необходимая для работы такого вида транспорта, вырабатывается путём сжигания ископаемого топлива на ТЭЦ, которые располагаются за пределами города. Это значит, что в рамках города воздух становится чище, но вся нагрузка переходит на ТЭЦ. Эксперты считают, что если бы было проведено сравнительное комплексное исследование, оценивающее экологическое воздействие

ТЭЦ и дизельных автобусов, то преимущество могло бы оказаться не на стороне электробусов.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Electric vs. Diesel vs. Natural Gas: Which Bus is Best for the Climate? – Union of Concerned Scientists [Electronic resource]. – Mode of access: <https://blog.ucsusa.org/jimmy-odea/electric-vs-diesel-vs-natural-gas-which-bus-is-best-for-the-climate/>. – Date of access: 10.05.2024.

2. Госстандарт – Стандарты ИЕС для устойчивого транспорта будущего [Electronic resource]. – Mode of access: <https://gostandart.gov.by/standarty-iec-dlya-transporta>. – Date of access: 12.05.2024.

3. Беларусь может снизить выбросы парниковых газов на 33% по сравнению с 1990 годом - эксперт 3 [Electronic resource]. – Mode of access: <https://www.belta.by/society/view/belarus-mozhet-snizit-vybrosy-parnikovoyh-gazov-na-33-po-sravneniju-s-1990-godom-ekspert-363064-2019/>. – Date of access: 12.05.2024.

4. Что такое электробус и вредит ли такой транспорт экологии. Объясняем простыми словами секрет фирмы: [Electronic resource]. – Mode of access: <https://secretmag.ru/enciklopediya/-elektrobus.htm>. – Date of access: 13.05.2024.

УДК 656.13

## ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ В ТРАНСПОРТНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Студ. гр. 10114122 Арцименя Д. А., Смирнова М. А.,  
Томшис Д. В.

*Научный руководитель – ст. преп. Алисеенко Д. С.*

В современном мире широкое развитие и распространение получил искусственный интеллект (далее – ИИ), который повышает уровень эффективности в различных отраслях экономики, включая

сферу транспорта. Инновации, представленные искусственным интеллектом, включают в себя высокотехнические методы, имитирующие мозг человека. При рассмотрении такой инновации, как ИИ в транспортной сфере, мы выявили проблемы, связанные с растущим спросом как на пассажирские, так и на грузовые перевозки, ухудшением состояния окружающей среды, оптимизацией логистических операций, маршрутов и ряд других.

В качестве решения выявленных проблем-вызовов нами предложены искусственный интеллект.

Искусственный интеллект – это комплекс технологических решений, позволяющий имитировать когнитивные функции человека (включая самообучение и поиск решений без заранее заданного алгоритма) и получать при выполнении конкретных задач результаты, сопоставимые с результатами интеллектуальной деятельности человека. ИИ состоит из ряда компонентов: машинное обучение (раздел, который фокусируется на разработке алгоритмов и моделей); обработка естественного языка (анализ, понимание и генерация человеческого языка); компьютерное зрение (анализ изображений, видео, распознавание лиц, жестов и другое); экспертная система (имитация решений человека); системы планирования и принятия решений; робототехника. Эти компоненты можно совмещать между собой для создания различных комплексных систем, которые способны решать огромный спектр задач.

ИИ является неотъемлемой частью транспортной сферы. Технологические лидеры постоянно разрабатывают подходы к умной транспортной системе и транспортным коммуникациям. Анализ источников показал, что ИИ помогает не только повысить эффективность, но и повышает устойчивость к различным форс-мажорным ситуациям, способствует снижению рисков и проблем, преодолению задач различного уровня сложности за короткий период времени.

После изучения компонентов ИИ мы предлагаем внедрить его в транспортные средства и инфраструктуру.

1. Автоматизация процессов взаимодействия клиентов и документооборота.

Данное направление представляет собой внедрение искусственного интеллекта в процесс взаимодействия с клиентами. ИИ помогает наладить контакт между клиентами, снижает расходы на контактный центр, ускоряет процесс обработки документов. Тем самым

он позволяет быстро и качественно выполнить работу по обслуживанию потребителей, при этом повышая эффективность системы по принятию документов и заявок [2].

2. ИИ можно использовать в качестве системы контроля загрузки.

Направление, связанное с контролем загрузки, является неотъемлемой частью слежения за состоянием автомобиля во время его движения и во время погрузки/разгрузки на терминалах. Оно помогает отслеживать, насколько загружен автомобиль, не вызывает ли это проблем по технической части автомобиля. Также данная система помогает водителям во время движения отслеживать свободные парковочные места на стоянке, позволяя водителям забронировать место на парковке, тем самым снижая время на его поиск. Данное внедрение будет положительно сказываться на водителях и автомобилях.

3. Конкурентным преимуществом транспортной компании может являться автономность транспортных средств.

Подобные автомобили представляют собой один из перспективных и активно развивающихся направлений применения искусственного интеллекта. Автономные транспортные средства оснащаются многочисленными камерами, радарными и другими датчиками, которые помогают отслеживать в режиме реального времени потоки данных, распознавать объекты, светофоры, дорожную разметку и прочее. Также ИИ сам анализирует данные о местоположении автомобиля и картографической ситуации на дороге. Беспилотные транспортные средства имеют алгоритмы, которые отвечают за маневрирование, ускорение/торможение, остановку на основании анализа данных дороги. В будущем развитие искусственного интеллекта позволит полностью автоматизировать весь спектр транспортных средств, тем самым уменьшая роль человеческого фактора, повышая производительность и качество перевозок, а также уровень транспортной безопасности.

В транспортной инфраструктуре искусственный интеллект тоже получил распространение. С помощью него можно установить мониторинг за состоянием инфраструктуры в свете концепции «умных дорог». Она направлена на повышение безопасности и эффективности транспортных систем. Выделим некоторые аспекты данной концепции.

1. Интеллектуальное управление дорожным движением. Оно основано на использовании камер, датчиков, устройств сбора данных,

которые будут отслеживать издержки, состояния светофоров, наличие повреждений как на дороге, так и в самой инфраструктуре.

2. Системы помощи водителям. Данное направление представляет собой специальную программу, которая помогает водителям при движении автомобиля. Она будет включать в себя систему предупреждения о выезде с полосы, лобовом столкновении, систему круиз-контроля над автомобилем и навигационную систему.

3. Обеспечение безопасности. Данное внедрение будет состоять из систем видеонаблюдения с распознаванием лиц, номеров и объектов. Она позволит выявить опасное вождение с целью предотвращения инцидентов.

В целом, внедрение искусственного интеллекта в дорожно-транспортную инфраструктуру повысит производительность транспортных систем, снизит количество заторов, аварий и экологическую нагрузку, а также обеспечит безопасность всех участников дорожного движения.

Анализ источников по исследуемой проблеме показал, что искусственный интеллект содержит множество преимуществ и открывает новые возможности для повышения эффективности, безопасности и устойчивости транспортных средств и систем. ИИ позволяет оптимизировать транспортные потоки, способствует созданию автономных транспортных средств, интеграции их в «умную систему», обеспечивая устойчивую городскую мобильность. Таким образом, искусственный интеллект является ключевой технологией для транспортной сферы, делая ее более безопасной, мобильной, устойчивой и ориентированной на потребности человека в эффективной мобильности.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Эффективные отечественные практики применения технологий искусственного интеллекта в сфере транспорта и логистики, АНО Цифровая экономика [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <pdfdrive://C:/Users/User/Downloads/2024%20Эффективные%20отечественные%20практики%20применения%20технологий%20искусственного%20интеллекта%20в%20сфере%20транспорта%20и%20логистики,%20АНО%20Цифровая%20экономика.pdf>. – Дата доступа: 09.05.2024.

2. Искусственный интеллект и будущее транспорта – полезные статьи в ЕЦВДО [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://ecvdo.ru/states/iskusstvennyj-intellekt-i-budushhee-transporta>. – Дата доступа: 09.05.2024.

УДК 656.13

## **ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРЕИМУЩЕСТВА ЗЕЛЕННЫХ ОГРАД В ГОРОДСКОЙ СРЕДЕ**

Студ. гр. 10114121 Лубневский В. А., Трахимчик К. А.,  
Хотынюк А. В.

*Научный руководитель – ст. преп. Алисеенко Д. С.*

Концентрация объектов промышленности и транспортных средств в крупных населенных пунктах оказывает неблагоприятное влияние как на экологическое состояние городской среды, так и на качество жизни горожан.

Зеленые насаждения играют существенную роль в решении сложившейся ситуации, выполняя в крупных мегаполисах разнообразные функции. Наиболее важной из них является санитарно-гигиеническая, которая заключается в снижении температуры воздуха, стабилизации ветрового режима, борьбе с шумовым загрязнением, снижении концентрации пыли в воздухе и т.д. Структурно-планировочная функция способствует объединению частей города, связывает их в единое целое. Рекреационная и декоративно-художественная функции помогают снизить нагрузку на нервную систему человека, повышая эстетические показатели населенного пункта и обеспечивая жителей комфортными зонами отдыха. Благодаря своим функциям зеленые насаждения являются незаменимой частью города.

Что касается среды белорусских городов в целом, то очень важно эффективно использовать их пространство. Одна из самых распространенных ошибок – это охват огромных площадей асфальта и тро-

туарной плитки, которые не несут практической пользы. Такие территории негативно влияют на повышение среднегодовой температуры города, так как интенсивно поглощают тепло вследствие низкого показателя альбедо.

На подобных участках можно выделить места для посадки деревьев и кустарников или же, разбив их на квадраты, посеять траву в шахматном порядке. При отсутствии возможности воплотить такие варианты можно сделать упор на контейнерное озеленение, которое при необходимости можно убрать или модернизировать его площадь.

При этом деревья хорошо очищают воздух на открытых пространствах, в то время как в городах с плотной застройкой с этой задачей более эффективно справляются живые изгороди из кустарников, имеющих плотную структуру и крупные шероховатые листья.

Для того чтобы зеленые насаждения полностью выполняли свою защитную функцию, минимальная высота живой изгороди должна составлять 2 метра, а ширина – не менее 1,5 метра. При этом наблюдается корреляция: чем изгородь больше, тем продуктивнее растения очищают воздух.

Адаптируя передовой зарубежный опыт, мы предлагаем организовать озеленение участков дорог в городе Минске с опорой на результаты исследования, проведенного в Великобритании в 2020 году. В рассматриваемом исследовании экспериментальным путем были выявлены растения с наибольшим поглощением загрязняющих веществ отработавших газов автомобилей. Были приняты во внимание такие факторы, как методы отбора проб, характеристика видов растений, их местоположение. Исследование осуществлялось в течение трех экспериментов в четырех населенных пунктах и включало ряд этапов.

1. Анализ собранных образцов листьев: определение концентраций тяжелых металлов в тканях листьев, количества частиц на листьях с помощью сканирующей электронной микроскопии (СЭМ). Образцы листьев пяти видов живой изгороди были собраны на обочинах дорог и в условиях «бездорожья», чтобы представлять собой тестовые и контрольные образцы соответственно.

2. Статистический анализ. С целью сравнения видов растений в зависимости от их способности накапливать/улавливать загрязнение был проведен двусторонний и односторонний дисперсионный

анализ (ANOVA) с использованием доверительного интервала, равного 0,95. Результаты опыта показали значительное увеличение концентрации загрязняющих веществ на листьях растений после воздействия выхлопов транспортных средств.

Развивая идеи ученых из Великобритании, нами было выявлено растение, которое способно наиболее эффективно накапливать загрязняющие вещества отработавших газов, – это кизильник. В качестве снижения негативного воздействия транспортных средств на окружающую среду предлагается озеленить кустами кизильника участки вдоль проезжей части дорог в городе Минске.

Вследствие изменения климата и обострения экологического кризиса на планете крупные мегаполисы принимают новые планы своего развития, в которых большое значение уделяется градостроительным улучшениям. Подобные проекты способствует более эффективному функционированию мегаполисов в настоящем и созданию благоприятного будущего для последующих поколений.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Использование живых изгородей в озеленении городских пространств [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://dzen.ru/a/YmezlgBJdxgmGtCc/>. – Дата доступа: 14.05.2024.

2. Роль и значение зеленых насаждений в городах [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://zviazda.by/be/news/20211115/1636972668-rol-i-znachenie-zelenyh-nasazhdeniy-v-gorodah/>. Дата доступа: 14.05.2024.

## **ШЕРИНГ ЭЛЕКТРОВЕЛОСИПЕДОВ, ИСПОЛЬЗУЮЩИХ СОЛНЕЧНУЮ ЭНЕРГИЮ**

Студ. гр. 10114122 **Чепцов А. А., Бочаров А. М., Князев В. В.**

*Научный руководитель – ст. пре. Алисеенко Д. С.*

Воздействие антропогенных экологических проблем становится все более ощутимым. По мнению ученых, человечество уже находится в разрушающемся мире в условиях постоянно нарастающего экологического кризиса, который можно определить, как «нарушение равновесия в экологических системах и в отношениях человеческого общества с природой» [1, с. 9].

Урбанизация и растущие проблемы с загрязнением воздуха побуждают города искать устойчивые и эффективные транспортные решения. По данным ВОЗ, загрязнение воздуха является причиной 7 млн. преждевременных смертей каждый год. Однако замена поездок на автомобиле поездками на электровелосипеде может снизить загрязнение воздуха до 70 % [2, с. 240].

Основываясь на этом, развитие системы шеринга электровелосипедов, использующих солнечную энергию, представляет инновационный подход к решению вышеуказанных проблем. Предлагаемая концепция сочетает в себе преимущества электротранспорта с возобновляемыми источниками энергии. Системы шеринга электровелосипедов становятся все более популярными в городах по всему миру как удобное и экологически чистое средство передвижения. В то же время, солнечная энергия привлекает внимание как источник возобновляемой энергии, способный эффективно снабжать устройства с батареями питания.

Сеть шеринга электровелосипедов, применяющих солнечную энергию, работает по принципу традиционных сетей шеринга велосипедов, но с дополнительным преимуществом в виде использования солнечной энергии для зарядки электровелосипедов. Зарядные станции, где пользователи могут оставить велосипеды, оснащены расположенными на крыше солнечными панелями.

Анализ источников по проблеме исследования позволил определить, что шеринг электровелосипедов, применяющих солнечную энергию, имеет ряд преимуществ:

1) устойчивость – использование солнечной энергии делает системы шеринга электровелосипедов экологически чистыми и значительно снижает выбросы углекислого газа;

2) доступность – солнечная энергия снижает эксплуатационные расходы, что позволяет предлагать услуги шеринга по более доступным ценам;

3) удобство – сеть удобно расположенных пунктов аренды электровелосипедов на солнечной энергии позволяет легко и быстро получить доступ к экологичному транспорту, путём расположения станции в центральных частях города, возле ключевых точек притяжения горожан, таких как метрополитен, остановочные пункты общественного транспорта, офисные и торговые центры;

4) положительное влияние на здоровье – электровелосипеды поощряют физическую активность и помогают людям сократить использование автомобилей, а также хорошо влияют на ментальное здоровье;

5) уменьшение энергозависимости – зарядка электровелосипедов, использующих солнечную энергию, позволяет уменьшить зависимость от электрических сетей, особенно в городах с недостаточной инфраструктурой;

б) снижение заторов на дорогах – заторы не только вызывают разочарование у водителей, но и способствуют увеличению выбросов углекислого газа и загрязнению воздуха.

Несмотря на очевидные преимущества данной концепции, она имеет и ряд недостатков:

- зависимость от погодных условий;
- ограниченный запас хода;
- стоимость обслуживания;
- долгое время зарядки;
- воздействие на окружающую среду при производстве.

Однако с развитием современных технологий эти проблемы могут стать разрешаемыми.

Система пунктов шеринга электровелосипедов, применяющих солнечную энергию, выступает в качестве недорогого и практичного инструмента для улучшения экологической ситуации в городской

среде, а также для «разгрузки» дорог общего пользования и наземного городского пассажирского транспорта.

По мере того, как все большее число городов стремится к стабильному развитию, будет возрастать роль шеринга электровелосипедов, использующих солнечную энергию, в системе устойчивой городской мобильности.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Реймерс, Н. Ф. Экология: Теории, законы, правила, принципы и гипотезы / Н. Ф. Реймерс. – М.: Журн. «Россия молодая». – 1994. – 365 с.

2. Chapter Eleven – Cycling, climate change and air pollution / Ch. Brand [et al.] // Advances in Transport Policy and Planning – 2022. – Vol. 10. – с. 235–264.

3. Солнечные батареи, голосовые команды и гонки по бездорожью: настоящее и будущее электровелосипедов [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://mirvokrugapp.wordpress.com/2018/07/01/solnechnye-batarei-golosovye-komandy-i-gonki-po/>. Дата доступа: 11.05.2024.

УДК 656.121

## МЕТРОБУС КАК ИННОВАЦИОННЫЙ ТРАНСПОРТ БУДУЩЕГО

Студ. гр. 10117122 **Пыжик Д. А., Левковец А. И., Галенда С. С.**  
*Научный руководитель – ст. преп. Алисеенко Д. С.*

В последние десятилетия в связи с быстрым развитием автомобильного транспорта существенно обострился ряд проблем:

– проблемы транспортного обслуживания (рост населения и увеличение автомобильного парка обусловило проблемы, связанные с перегруженностью дорожной инфраструктуры и заторами);

- неэффективное использование автомобилей (многие транспортные средства используются не в полной мере, особенно в часы пик);
- экологические проблемы (загрязнение воздуха, увеличение уровня внешнего шума и другие проблемы, касающиеся экологии, с каждым годом приобретают еще большую актуальность).

Решение этих проблем можно достичь посредством внедрения в транспортную инфраструктуру инновационного транспортного средства – метробуса. Система метробусов – это высокоэффективная система скоростного общественного транспорта, которая интегрирует в себе преимущества подвижного состава метрополитена и автобуса и основана на использовании специально выделенных полос для автобусов. Эти полосы образуют цельную линию без разрывов, что позволяет ускорить движение метробуса и сделать общественный транспорт более привлекательным. Для этих целей целесообразно использовать нестандартные автобусы, например, сочлененные и многосекционные.

Остановочные пункты могут напоминать станции рельсового транспорта: они закрыты со всех сторон, имеют билетные и справочные кассы, оборудованы турникетами, что способствует более быстрой посадке пассажиров в метробус, поскольку покупка и проверка билетов осуществляется до посадки в этот вид транспорта.

Впервые метробусы появились в городе Куритиба (Бразилия). Этот город обладает одной из лучших систем городского общественного транспорта в мире. Куритиба – это один из первых городов, в котором была внедрена система BRT. BRT (англ. Bus Rapid Transit – скоростная автобусная перевозка) – это транспортная система, в которой сочленённые автобусы двигаются по выделенным полосам с большой скоростью. Остановочные пункты располагаются в 2–3 раза реже, чем для обычных автобусов. Проезд на перекрестках для метробусов носит, как правило, приоритетный характер. Такие факторы, как высокая скорость движения, минимальное ожидание зеленого сигнала светофора, редкие остановочные пункты, приближают среднюю скорость метробусов на маршруте к скорости личного автомобиля.

Система метробусов с использованием терминалов привлекательна тем, что позволяет сократить издержки за счет исключения кондуктора и ускорить процесс посадки, так как оплата происходит не в самом метробусе, а при входе в терминал. Также метробусы

удобны для пассажиров тем, что позволяют им бесплатно пересесть на другой метробус, следующий по необходимому маршруту.

Как правило, остановочные пункты для метробусов делают закрытого типа, что улучшает организацию посадки и высадки пассажиров. Маршруты движения метробусов тщательно разрабатываются, чтобы обеспечить максимальный охват территории и ключевых точек города. Метробусы следуют с высокой частотой, что уменьшает время ожидания и делает их похожим на подвижной состав метрополитена с его регулярным расписанием.

Анализ источников по проблеме исследования позволил выделить основные преимущества системы метробусов.

1. Быстрота и эффективность. Благодаря отдельно выделенным полосам метробусы способны быстро и без заторов доставлять пассажиров к месту назначения, сокращая время в пути. На перекрестках они всегда имеют приоритет, что позволяет избегать задержек.

2. Экономичность. Метробусная система требует меньших инвестиций по сравнению со строительством дорогостоящих железных дорог или подземного метрополитена. Метробусы будут иметь более низкие эксплуатационные расходы по сравнению с автобусами, особенно если первые будут электрическими. Стоимость обслуживания и ремонта может быть ниже из-за большей надежности и долговечности метробусов. Метробусы могут обслуживать больше пассажиров за один рейс, что потенциально увеличивает доходы и ускоряет их окупаемость.

3. Экологичность. Метробусы часто используют более экологичные источники энергии, такие как электричество, что приводит к уменьшению выбросов вредных веществ в атмосферу. Благодаря высокой пропускной способности и эффективности, внедрение метробусов позволит сократить количество автомобилей на дорогах. Сокращение использования транспортных средств на дизельном топливе в пользу метробусов помогает улучшить качество воздуха в городах. Концепция метробусов – это «зеленый» проект. Выбросы загрязняющих веществ отработавших газов – нулевые, поскольку метробус не выбрасывает вредных веществ в атмосферу, так как работает на электричестве.

4. Комфорт пассажиров. Электрические метробусы обычно оснащены современными системами кондиционирования воздуха и другими удобствами, что делает их более привлекательными для использования.

5. Энергоэффективность. В контексте метробусов подразумевается, что они будут электрическими. Благодаря этому происходит сокращение затрат на топливо, зарядка электрических метробусов обходится дешевле, чем заправка дизельных автобусов.

6. Устойчивая городская мобильность. Использование метробусов способствует сокращению углеродного следа городского общественного транспорта и созданию системы устойчивой мобильности в городе. Высокая пропускная способность и скорость метробусов могут привлекать больше пассажиров, что также способствует увеличению доходов.

К недостаткам системы относятся следующие.

1. Ограниченные возможности для расширения и модернизации. Построение новых линий может быть сложным из-за ограниченного пространства и финансирования. В сравнении с системой метрополитена метробусы способны обслуживать меньшее число пассажиров.

2. Зависимость от дорожной инфраструктуры. Метробусы требуют выделения полос и специальных остановочных пунктов, и, если инфраструктура для таких целей не подготовлена, это может вызвать ряд проблем.

Тем не менее, внедрение метробусов позволит реализовать концепцию «умного города» с интеллектуальными транспортными системами и удовлетворить растущую потребность населения в эффективном общественном транспорте. В сравнении с метрополитеном, строительство системы метробусов требует меньших капитальных вложений, так как не нужно строить туннели и станции под землей.

В заключении следует отметить, что метробус – это инновационное транспортное средство, способное изменить облик городской мобильности в будущем. Благодаря своей эффективности, удобству и применению передовых технологий, метробусы могут стать одним из основных элементов устойчивого развития транспортной инфраструктуры городов в мировом пространстве.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Метробусы. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://griphon.livejournal.com/222403.html>. Дата доступа: 19.05.2023.

2. Экологическая безопасность на транспорте [Электронный ресурс, мультимедиа] : учебное пособие / А. А. Гуськов, Н. Ю. Залукаева, В. С. Горюшинский. – Тамбов : Изд-во ФГБОУ ВО «ТГТУ», 2018. – 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). – Системные требования : ПК не ниже класса Pentium II ; CD-ROM-дисковод ; 291 Мб ; RAM ; Windows 95/98/XP ; мышь. – Загл. с экрана.

УДК 629.13

## ПРОБЛЕМЫ ВНЕДРЕНИЯ АВТОНОМНЫХ АВТОМОБИЛЕЙ В ГОРОДСКУЮ ИНФРАСТРУКТУРУ

Студ. гр. 10114122 **Шмелёв Я. С., Безруков Г. В., Лещевич Я. А.**  
*Научный руководитель – ст. преп. Алисеенко Д. С.*

В настоящее время автомобильная индустрия переживает значительные изменения. Крупнейшие производители автомобилей, совместно с IT- и телекоммуникационными компаниями, сосредоточены на создании транспортных средств с возможностью полностью автономного вождения. Автономный автомобиль (далее – АА), также известный как «беспилотный», представляет собой транспортное средство, оснащенное системой автоматического управления, способное передвигаться без вмешательства человека. Основной принцип работы АА основан на анализе данных, получаемых от различных сенсорных устройств, таких как лидар, датчики положения, видеокамеры, GPS-навигация, инерционные датчики и радары.

Ученые считают, что широкомасштабное внедрение автономных автомобилей приведет к кардинальным изменениям в мобильности и доступности, схемах поездок, безопасности, энергоэффективности, выбросах, занятости населения, доступности данных, управлении и бизнес-моделях.

Во всем мире автономные транспортные средства внедряются тремя основными способами:

- внедрение автономных видов общественного транспорта (например, поездов и автобусов);

- организации, занимающиеся распределением поездок, создают автономные автопарки;

- частные лица приобретают личные транспортные средства с автономными функциями (например, системы удержания полосы движения, адаптивный круиз-контроль, помощь при парковке, автоматическое торможение при заносе, а также системы предупреждения о слепых зонах и столкновениях).

Эти сценарии внедрения появляются в сочетании друг с другом, и пока неизвестно, будет ли доминировать один вид транспорта или в разных городах и странах будут различные комбинации транспортных систем.

Внедрение автономных транспортных средств требует комплексного подхода и решения ряда проблем. Серьезную угрозу для автономных автомобилей представляют кибератаки. Они могут привести к катастрофическим последствиям как для безопасности пассажиров, так и для окружающей инфраструктуры. Взлом систем управления АА может позволить злоумышленникам взять под контроль транспортное средство, нарушить его работу или даже вызвать аварии. Манипуляции с данными от сенсоров и навигационных систем могут привести к дезориентации автомобиля, что повышает риск столкновений. Кроме того, утечка личных данных пассажиров и их маршрутов создает угрозу для конфиденциальности и может быть использована в преступных целях. Таким образом, обеспечение кибербезопасности является критически важным аспектом развития автономного транспорта.

Также ключевой проблемой, с которой предстоит столкнуться в процессе внедрения автономных автомобилей, является проблема доверия и принятия обществом. Недостаток доверия может стать серьезным барьером для распространения этой технологии. Общество должно быть уверено в безопасности и надежности автономных автомобилей, а также в их способности адекватно реагировать на непредвиденные дорожные ситуации. Публичные испытания и прозрачные отчеты о безопасности могут способствовать повышению

доверия со стороны населения. Важную роль играют также нормативные акты и стандарты, обеспечивающие контроль качества и безопасности. Образовательные программы и информационные кампании могут помочь людям лучше понять преимущества и особенности автономных автомобилей, что способствует их принятию в повседневной жизни.

Несмотря на предстоящие испытания, согласно последним исследованиям, ожидается, что автономные транспортные средства будут готовы к освоению рынка в следующем десятилетии и внесут кардинальные изменения в условия мобильности и доступности городских районов. Эти изменения повлияют на особенности городского развития. Повсеместное внедрение АА повлияет на выбор местоположения домохозяйствами и фирмами, доступность общественных пространств.

В заключении следует отметить, что в будущем автономные автомобили станут неотъемлемой частью транспортной системы. Однако на пути к этому предстоит решить множество проблем, связанных с устранением выявленных недостатков. Необходимо совершенствование технологий обеспечения безопасности и надежности, повышение уровня киберзащиты, а также создание нормативной базы и инфраструктуры, поддерживающей эксплуатацию автономных транспортных средств. Только после эффективного решения этих задач можно ожидать широкого распространения и массового принятия автономных автомобилей обществом.

## ЛИТЕРАТУРА

1. The Potential Implications of Autonomous Vehicles in and around the Workplace [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [https://www.gdemoi.ru/blog/gps-glonass-gnss/..](https://www.gdemoi.ru/blog/gps-glonass-gnss/) Дата доступа: 15.05.2024.
2. Ерохов, В. И. Экономическая эффективность применения электропривода наземного транспортного средства / В. И. Ерохов, А. В. Николаенко // Транспорт на альтернативном топливе. – Москва, 2021. – № 3 (21) – С. 48–54.

**ИННОВАЦИОННАЯ СИСТЕМА РЕГУЛИРОВАНИЯ  
ТРАНСПОРТНЫХ ПОТОКОВ  
ДЛЯ УМЕНЬШЕНИЯ ВРЕДНОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ  
ТРАНСПОРТА НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ**

Студ. гр. 10114121 **Бычкович Е. А., Зотова Ю. Д., Карпук Т. А.**  
*Научный руководитель – ст. преп. Алисеенко Д. С.*

Транспортные потоки оказывают значительное влияние на окружающую среду, приводя к увеличению уровня шума, загрязнению воздуха и изменению климата. Развитие транспортной инфраструктуры и увеличение числа транспортных средств приводят к росту выбросов вредных веществ, таких как углекислый газ, оксиды азота и микрочастицы, что негативно сказывается на здоровье человека и биоразнообразии. Важно исследовать и разрабатывать стратегии для минимизации этих воздействий, чтобы обеспечить устойчивое развитие транспортных систем и защиту окружающей среды.

Целью данной научной работы является разработка и внедрение эффективных технологий, направленных на снижение уровня экологической нагрузки от транспортных потоков в условиях крупного города. Это предполагает изучение влияния транспорта на окружающую среду, анализ текущих методов управления транспортными потоками и их воздействия на экологию города, а также разработку новых подходов и решений для минимизации негативного воздействия транспорта на окружающую среду. Важной частью работы будет оценка эффективности предложенных решений с точки зрения улучшения экологических показателей в городе.

В качестве одного из решений вышеуказанных проблем предлагается инновационная система регулирования транспортных потоков. Принцип ее работы заключается в следующем: контуры обнаружения транспортных средств, называемые детекторами движения с индуктивной петлёй, могут обнаруживать транспортные средства, проезжающие или прибывающие в определенную точку, например, приближающиеся к светофору или движущиеся по автомагистрали.

В дорожном покрытии устанавливается изолированная электропроводящая петля. Когда транспортное средство проезжает через

петлю или останавливается внутри петли, часть железного материала кузова транспортного средства увеличивает индуктивность петли по тому же принципу, что и включение металлического сердечника в катушку соленоида.

Выделим преимущества данной системы:

- высокая точность определения наличия транспортного средства;
- быстрая реакция на изменение транспортного потока;
- возможность интеграции с другими системами управления дорожным движением.

Анализ источников по проблеме исследования позволил сформулировать следующие выводы:

1) при применении инновационной системы значительно уменьшатся выбросы веществ группы 1 при движении транспортных средств, а также потребление топлива, что связано с существенным сокращением времени простоев при ожидании разрешающего сигнала светофора и уменьшением времени прохождения участка улично-дорожной сети автомобилями, при этом число проезжающих участок автомобилей возрастет;

2) при разгоне-торможении автомобилей выбросы уменьшатся в среднем на 30 %, так как сократится время простоя транспортных средств в составе транспортного потока;

3) при задержке движения автомобилей на участке с устройством выбросы сократятся в 1,8 раз.

Внедрение умных светофоров с системой индукционных датчиков с целью оптимизации движения транспортных потоков играет значительную роль в снижении негативного воздействия автотранспорта на окружающую среду.

Такие показатели системы, как уменьшение выбросов, экономия топлива и улучшение качества воздуха, делают данную технологию не только эффективным инструментом для регулирования дорожного движения, но и важным шагом к созданию более экологически чистых городов в контексте концепции «городов, удобных для жизни».

Вектор дальнейших исследований может быть направлен на изучение различных аспектов применения детекторов движения с индуктивной петлей и разработку стратегий их максимально эффективного использования для достижения экологической устойчивости городской среды.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Протокол заседания Президиума Совета Министров Республики Беларусь от 4 февраля 2020 г. № 3 «Национальная стратегия устойчивого развития Республики Беларусь на период до 2035 года».

2. Капский, Д. В., Семченков, С. С. / Транспортная экология. Лабораторный практикум для студентов специальностей 1-44 01 01 «Организация перевозок и управление на автомобильном и городском транспорте», 1-44 01 02 «Организация дорожного движения» и 1-44 01 06 «Эксплуатация интеллектуальных транспортных систем на автомобильном и городском транспорте» / Д. В. Капский, С. С. Семченков // Минск : БНТУ, 2017.

УДК 656.1

## **ПУТИ РЕШЕНИЯ ПРОБЛЕМЫ БЕЗОПАСНОСТИ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ ТРАНСПОРТНЫХ СИСТЕМ**

Студ. гр. 10117122 **Афонин И. Д., Шуппо А. В., Калитин М. С.**

*Научный руководитель – ст. преп. Алисеенко Д. С.*

Несмотря на то, что интеллектуальные транспортные системы (далее – ИТС) могут существенно отличаться друг от друга в зависимости от основных целей своего функционирования и способов технической реализации, одна из основных их проблем при эксплуатации заключается в обеспечении низкого уровня безопасности цифровой среды.

Представим основные компоненты предлагаемой системы безопасности цифровой среды ИТС.

1. Определение ключевых элементов безопасности:

– конфиденциальность (защита от несанкционированного доступа к информации);

– целостность (обеспечение невозможности несанкционированного изменения данных);

– доступность (гарантия доступа к информации и ресурсам для уполномоченных пользователей).

2. Моделирование угроз (использование методов моделирования для описания потенциальных угроз и атак).

3. Разработка критериев безопасности (создание количественных и качественных показателей для оценки уровня безопасности).

4. Принципы построения защищенной архитектуры (разработка модульной структуры системы, позволяющей легко адаптироваться к изменяющимся угрозам).

5. Стратегии реагирования на инциденты (определение процедур и действий при обнаружении угрозы или инцидента).

6. Правовые и нормативные аспекты (учет законодательных актов и стандартов в области безопасности ИТС).

7. Обучение (разработка программ обучения для пользователей и специалистов по эксплуатации и безопасности ИТС).

8. Интеграция с другими системами (обеспечение совместимости и безопасного взаимодействия с другими цифровыми системами).

9. Использование искусственного интеллекта (применение алгоритмов машинного обучения для прогнозирования и предотвращения угроз).

10. Непрерывное тестирование и контроль (регулярное проведение тестов на выявление угроз).

Предлагаемая система может быть дополнена и адаптирована в зависимости от специфики ИТС и изменений в цифровой среде. Важно также учитывать развитие технологий и постоянно меняющуюся природу угроз. Создание предлагаемой системы – это многоуровневая задача, требующая интеграции усилий и сотрудничества специалистов в области безопасности и эксплуатации ИТС, разработчиков программного обеспечения, экспертов в области транспортных систем.

Для решения прикладных задач цифровой безопасности ИТС следует применять комплексный подход, включающий аналитическое исследование и моделирование различных угроз, разработку стратегий защиты и непрерывное тестирование.

Под угрозой понимается вмешательство в работу ИТС со стороны злоумышленника:

- неавторизованный доступ (хакеры могут получить доступ к управляющим системам транспортных средств);
- внедрение вредоносного программного обеспечения (распространение вредоносного программного обеспечения через системы обновления);
- сбой процесса обслуживания – DoS-атаки (атаки, направленные на перезагрузку сетевой инфраструктуры);
- манипуляция данными (изменение или подделка данных о движении транспортных средств с целью создания хаоса на улично-дорожной сети);
- фишинг (сбор конфиденциальной информации через поддельные сайты).

Актуальным примером подобных угроз является умышленное внедрение вредоносного программного обеспечения в систему поезда, производимого польской компанией Newag, с целью недопущения ее фирменных поездов к обслуживанию в других сервисах.

Выделим основные пути решения проблемы безопасности цифровой среды ИТС.

**Многоуровневая аутентификация.** Усиление процедур аутентификации для доступа к наиболее важным системам означает, что при запуске какого-либо программного продукта в процессе авторизации должен соблюдаться ряд правил. Они касаются ограничения количества активных сессий пользователей в текущий момент времени, доверенности к определенному кругу лиц, допускаемых к работе с ИТС.

**Шифрование данных.** Современная криптография активно развивается в направлении использования передовых методов шифрования для защиты данных при передаче и хранении. Модификация методов криптографии входящего/исходящего трафика направлена на дезориентацию злоумышленника.

**Обучение персонала.** Работники транспортных организаций должны быть постоянно осведомлены о новых угрозах подобного рода, а также методах фишинга и повышения безопасности ИТС.

**Регулярное обновление ПО.** Следует постоянно дорабатывать и обновлять программное обеспечение для устранения его уязвимостей.

**Тестирование на проникновение.** Необходимо регулярно проводить тесты на предмет проникновения угроз для выявления потенциальных уязвимостей ИТС.

**Резервное копирование и восстановление.** Следует автоматически создавать резервные копии информационных данных и разрабатывать стратегии их восстановления после сбоев системы.

**Системы обнаружения и предотвращения вторжений (IDS/IPS).** Подобные системы обнаружения основаны на принципе постоянного контроля за работой сети с целью мониторинга сетевого трафика и блокировки подозрительных несанкционированных действий.

Предлагаемые пути решения проблемы безопасности цифровой среды ИТС должны быть интегрированы в единую систему управления безопасностью, которая будет постоянно адаптироваться к новым угрозам и изменениям в технологической сфере. При этом ключевым аспектом является сотрудничество с государственными органами и другими заинтересованными лицами с целью обмена информацией о новых угрозах и передовых практиках защиты.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Превышая скорость: риски и уязвимости в сфере интеллектуальных транспортных систем. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://habr.com/ru/companies/trendmicro/articles/492018/>. – Дата обращения: 17.05.2024.

2. Кибербезопасность в автомобильной промышленности: новые обязательные правила [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.dqsglobal.com/ru-by/izuchajte2/blog/kiberbezopasnost%27v-avtomobil%27noj-promyshlennosti-novye-obyazatel%27nye-pravila>. – Дата доступа: 17.05.2024.

3. Кибератаки на автомобили. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [https://www.tadviser.ru/index.php/%D0%A1%D1%82%D0%B0%D1%82%D1%8C%D1%8F:%D0%9A%D0%B8%D0%B1%D0%B5%D1%80%D0%B0%D1%82%D0%B0%D0%BA%D0%B8\\_%D0%BD%D0%B0\\_%D0%B0%D0%B2%D1%82%D0%BE%D0%BC%D0%BE%D0%B1%D0%B8%D0%BB%D0%B8](https://www.tadviser.ru/index.php/%D0%A1%D1%82%D0%B0%D1%82%D1%8C%D1%8F:%D0%9A%D0%B8%D0%B1%D0%B5%D1%80%D0%B0%D1%82%D0%B0%D0%BA%D0%B8_%D0%BD%D0%B0_%D0%B0%D0%B2%D1%82%D0%BE%D0%BC%D0%BE%D0%B1%D0%B8%D0%BB%D0%B8). – Дата доступа: 17.05.2024.

4. Основные виды атаки на инфраструктуры. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.tadviser.ru/index.php/%D0%A1%D1%82%D0%B0%D1%82%D1%8C%D1%8F:%D0%9A%D0%B>

8%D0%B1%D0%B5%D1%80%D0%B0%D1%82%D0%B0%D0%BA  
%D0%B8\_%D0%BD%D0%B0\_%D0%B0%D0%B2%D1%82%D0%B  
E%D0%BC%D0%BE%D0%B1%D0%B8%D0%BB%D0%B8. – Дата  
доступа: 17.05.2024.

5. Безопасность интеллектуального городского транспорта: два исследования [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.kaspersky.ru/blog/intellectual-transport/3543/>. Дата доступа: 17.05.2024.

УДК 656.1

## **ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ВОДОРОБУСОВ В СТРАНАХ СНГ,**

Студ. гр. 10114122 Салаш А. Д.

*Научный руководитель – ст. преп. Алисеенко Д. С.*

Водоробус – это электробус, использующий водородный топливный элемент в качестве источника энергии для электродвигателя, иногда дополненный гибридным способом батареями или суперконденсатором.

Его принцип работы основан на том, что в двигателе, в состав которого входит электрохимический генератор, происходит реакция водорода с кислородом, в результате чего получается электроэнергия, которая может быть задействована для обогрева салона и конденсата.

Анализ источников по проблеме исследования позволил выделить ряд достоинств и недостатков водоробуса. Обозначим его основные преимущества.

Водоробус является более экологически безопасным видом транспорта по сравнению с электробусом:

– водоробус не использует литий-ионные батареи, которые загрязняют природу при производстве и утилизации;

- для зарядки электробусов требуется электричество, которое частую вырабатывается на ТЭЦ, загрязняющих окружающую среду;
- заправка водоробуса осуществляется в 10 раз быстрее, чем у электробуса;

- стабильная работа в диапазоне температур от  $-40$  до  $+40^{\circ}$  С.

Однако водоробус имеет и существенные недостатки:

- риск взрыва баллонов на крыше водоробуса, но некоторые исследователи утверждают, что согласно расчетам, баллоны могут выдержать даже жесткую аварию, причем такие баллоны сложно «ударить» при ДТП, учитывая их верхнее расположение, а в случае утечки водород просто развеивается;

- высокая цена инфраструктуры – стоимость проекта оценивается свыше € 400 млн. – по € 1 млн. на каждую АЗС;

- высокая цена топлива – 1 кг водорода в США стоит около \$ 8,6, т. е. для заправки водоробуса необходимо \$ 320;

- низкий КПД – у электромобиля уровень КПД составляет 95 %, у автомобиля на водородном топливе этот показатель составляет лишь 45 %, однако это выше, чем у автомобиля с двигателем внутреннего сгорания, где КПД равно около 25 %;

- добыча водорода сопровождается микроскопическими по сравнению со сжиганием углеводов выбросами токсичных веществ. Выхлоп автомобиля на водороде на 99,99 % состоит из чистого водяного пара, безвредного для окружающей среды.

Несмотря на то, что инфраструктуры для водоробусов в настоящее время не имеется, автопроизводитель «КамАЗ» рассматривает развитие данного направления, считая его перспективнее электрического.

Для Республики Беларусь водород может стать в недалеком будущем ключевым топливным элементом, поскольку проложить электрические сети на больших просторах нашей страны – вопрос крайне сложный и затратный. Себестоимость же водорода со временем будет снижаться, и водородные автомобили смогут конкурировать с обычными.

Для городов, которые заботятся об экологии, этот вид транспорта может стать доступным уже с 2024–2025 годов, но при условии государственной поддержки. Так, например, в странах Европы с каждым днем ужесточаются правила, касающиеся выбросов. При гра-

мотном мотивировании сферы бизнеса, создании условий посредством нормативного регулирования, данный процесс можно существенно ускорить. В Москве уже в следующем году приступят к испытаниям опытного образца водородного электробуса КАМАЗ-6290.

Следует отметить, что литий-ионная батарея и топливный элемент дополняют друг друга. У транспортных средств с литий-ионным аккумулятором, безусловно, есть конкурентные преимущества: если владелец автомобиля проживает в городе с достаточно развитой инфраструктурой, то пользование таким автомобилем будет удобно с точки зрения затрат на его содержание. Однако если рассматривать длительные поездки с непредвиденным наличием или отсутствием зарядных станций, водородный автомобиль получает преимущество.

Таким образом, водоробусы имеют ряд преимуществ перед электробусами и автобусами на дизельном топливе, такие как нулевые выбросы углерода, более высокая эффективность и более быстрая заправка. Кроме того, водородные автобусы могут снизить зависимость от нефтепродуктов и улучшить экологическую ситуацию в мегаполисах.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Инновации в пути: водоробусы на смену электробусам [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://rostec.ru/news/innovatsii-na-puti-vodorobusy-na-smenu-elektrobusam//> – Дата доступа: 10.05.2024.

2. В России запустят серийное производство водоробусов в 2028 году [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.ixbt.com/news/2023/11/24/v-rossii-zapustjat-serijnoe-proizvodstvo-vodorobusov-v-2028-godu.html>. – Дата доступа: 10.05.2024.

## **ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ГОРОДСКОЙ МОБИЛЬНОСТИ И ЗЕЛЕННЫХ ГОРОДОВ**

Студ. гр. 10114121 **Алексахин Е. А., Ящембская А. С.**

*Научный руководитель – ст. преп. Алисеенко Д. С.*

В XXI веке современные города сталкиваются с вызовами устойчивого развития, в том числе с проблемами загрязнения воздуха, повышенного уровня шума и дефицита зеленых зон. В связи с этим крупнейшие мировые мегаполисы стремятся развивать городскую мобильность таким образом, чтобы в новых умных городах транспортные системы были оптимизированы не только для уменьшения времени в пути, но и для сокращения вредного воздействия на окружающую среду.

Проанализируем передовой зарубежный опыт следования концепции «зеленых городов» на примере Сингапура, города-государства в Юго-Восточной Азии, в котором было значительно уменьшено негативное влияние на окружающую среду [1]. Площадь застройки Сингапура – одна из самых плотных в мире, поэтому власти города в сотрудничестве с дизайнерами используют для озеленения каждый доступный участок земли, а при нехватке – применяют способ вертикального озеленения. В некоторых районах города озеленение – это не только возможность создать привлекательный ландшафт, но и требование закона. В 2021 году был осуществлен запуск грандиозного экологического проекта «Зеленый план до 2030 года», согласно которому следует высадить как минимум 1 млн. деревьев и вдвое расширить общую площадь парков. По прогнозам исследователей, к 2035 году количество зеленых зон в Сингапуре возрастет еще на 1000 га. Государственная политика рассматриваемого города опирается на устойчивые подходы, основанные на балансе между урбанизацией и сохранением экосистем.

Данное исследование направлено на снижение негативного влияния на экологическую ситуацию в столице Беларуси торгово-развлекательных центров (далее – ТРЦ), расположенных в центральной ча-

сти города Минска. Данные сооружения с прилежащими к ним парковочными зонами занимают достаточно большую площадь. Например, ТРЦ «Замок», расположенный по адресу пл. Победителей, 65, использует территорию площадью 52,5 кв. м, на которой, по расчетам ученых, можно было бы посадить около 2100 зеленых насаждений.

Анализ работ по теме исследования показал, что одно дерево вырабатывает 100 кг кислорода в год, что является достаточным для обеспечения дыхательной функции семье, состоящей из трех человек, в течение одного года. Поэтому мы можем предположить, что деревья, которые могли бы расти на данной территории, принесли бы городу значительную пользу.

Отметим также, что участок дороги, расположенный вдоль ТРЦ «Замок» имеет высокую интенсивность движения. Обозначенный факт объясняется наличием большого потока транспортных средств, осуществляющих пассажирские перевозки в регулярном сообщении, автомобилей личного пользования, которые производят остановку для высадки посетителей торгового центра.

Также нами были произведены замеры расчетного значения эквивалентного уровня шума на данном участке улично-дорожной сети по формуле [2]:

$$L_{\text{экв.р.}} = 10 \lg(n_a) + 13,3 v + 8,4 s_{\text{га}} + 9,5,$$

где  $n_a$  – расчетная интенсивность движения, авт./час;

$v$  – средняя скорость движения автомобилей, км/ч;

$s_{\text{га}}$  – доля грузовых автомобилей и общественного транспорта в составе транспортного потока, %.

Дальнейший анализ результатов показал, что расчётное значение эквивалентного уровня шума составляет 71 дБ(А), что приближает его к предельно допустимому [2].

Предлагаемое решение в целях уменьшения экологической нагрузки – это вынос торговых центров из городской черты. Это предоставит возможность для высвобождения больших площадей в центральных районах, которые можно будет сделать парковыми зонами, обустроить зелёными насаждениями и объектами инфраструктуры, способствующими пешеходному и велосипедному передвиже-

нию. Это позволит снизить транспортную нагрузку, сократить выбросы парниковых газов, улучшить качество воздуха и уменьшить показатели шума в городской среде.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Экологическая безопасность на транспорте [Электронный ресурс, мультимедиа] : учебное пособие / А. А. Гуськов, Н. Ю. Залукаева, В. С. Горюшинский. – Тамбов : Изд-во ФГБОУ ВО «ТГТУ», 2018. – 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). – Системные требования : ПК не ниже класса Pentium II ; CD-ROM-дисковод ; 291 Мб ; RAM ; Windows 95/98/XP ; мышь. – Загл. с экрана.

2. Капский, Д. В. Транспортная экология. Лабораторный практикум для студентов специальностей 1-44 01 01 «Организация перевозок и управление на автомобильном и городском транспорте», 1-44 01 02 «Организация дорожного движения» и 1-44 01 06 «Эксплуатация интеллектуальных транспортных систем на автомобильном и городском транспорте» / Д. В. Капский, С. С. Семченков. – Минск : БНТУ, 2017.

УДК 656.1

## ПРОБЛЕМЫ РАЗВИТИЯ ЗАРЯДНОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ ЭЛЕКТРОМОБИЛЕЙ

Студ. гр. 10115122 **Кургей Б. С., Коробова Д. В., Якубович А. А.**  
*Научный руководитель – канд. техн. наук, доц. Буртыль Ю. В.*

В последние годы наблюдается «бум» на электромобили. За 2023 год в Республике Беларусь количество легковых электромобилей увеличилось в два раза. Они являются экологически чистыми и не наносят вред окружающей среде и человеку, обладают сниженным шумовым фактором. Однако популяризация электроавтомобилей не так активна по причине неустойчивой инфраструктуры. Од-

ним из основных препятствий для развития рынка электротранспорта, является отсутствие налаженной системы зарядных станций и их доступности.

Зарядная инфраструктура является одним из факторов, влияющих на переход к электрическим транспортным средствам.

Одна из самых серьезных проблем с зарядными станциями для электромобилей заключается в том, что зарядных станций по-прежнему недостаточно. Владельцы электромобилей должны иметь подходящие зарядные станции не только возле дома, но и в общественных местах по всей стране. Из-за высокой первоначальной стоимости этих зарядных станций многие предприятия и местные власти не устанавливают их в достаточном объеме, необходимом для удовлетворения растущего спроса владельцев электромобилей. Крайне мало подзарядочных станций в спальных районах больших городов и в периферийных городах нашей страны.

Время, необходимое для зарядки электромобиля, также является серьезной проблемой. Время зарядки может составлять от 30 мин. до нескольких часов, в зависимости от типа используемой зарядной станции. Зарядка уровня 1 медленная и неудобная, что приводит к потерям времени пользователей. Зарядка уровня 3, хотя и быстрая, но дорогостоящая, пока недоступна в большинстве районов страны. Зарядка уровня 2 может быть хорошей альтернативой, но она все равно занимает больше времени, поэтому считается наилучшей из существующих. Политика развития направления только быстрых и сверхбыстрых зарядок приводит к снижению эксплуатационного срока службы тяговой батареи.

Еще одна проблема, которая делает зарядные станции для электромобилей проблематичными, заключается в том, что не все электромобили имеют зарядные порты, совместимые со всеми зарядными станциями различных производителей. Например, некоторые зарядные станции предлагают зарядку только 1-го или 2-го уровня, в то время как для некоторых автомобилей может потребоваться зарядка 3-го уровня. Кроме того, различные стандарты зарядки, такие как CHAdeMO, CCS и Tesla Supercharger, не всегда совместимы, а это означает, что у владельцев электромобилей может быть ограниченный выбор для зарядки.

Таким образом, для решения проблемы нехватки подзарядных станций, мы предлагаем использовать бесконтактные зарядные

устройства непрерывного действия. Такие устройства смогут обеспечить подачу заряда на приемник автомобиля по пути его следования. Принцип работы устройства основан на двух этапах.

Первый этап заключается в получении электрического тока при механическом воздействии колес движущихся автомобилей по проезжей части на пьезоэлемент. Механическая энергия превращается в электрическую и накапливается в аккумулирующем устройстве.

Второй этап заключается в передаче электромагнитного поля в приемник автомобиля при непрерывном движении с использованием бесконтактного принципа зарядки. Устройства передачи устанавливаются с интервалом до 100 м.

Принцип работы таких зарядных устройств схож с работой беспроводных зарядных устройств для смартфона, электрической зубной щётки и др. В таких устройствах питание передаётся с помощью электромагнитной индукции, то есть устройство получает необходимую мощность через электромагнитные поля.

Принцип работы такого зарядного устройства достаточно прост: при пропускании тока через катушку вокруг неё возникает магнитное поле, перпендикулярно к этому образуется электрическое поле, который генерирует ток в соответствующих контурах гаджета. Таким образом, для решения проблемы нехватки подзарядочных станций, мы можем использовать данную технологию на проезжей части дороги. То есть на поверхности дороги устанавливать передающий модуль, а в автомобилях устанавливать приёмный модуль.

При передвижении в городе электромобиль сможет подзарядиться «на ходу», благодаря такому решению зарядка будет проще, а также таким образом сократится количество занимаемых мест, предусмотренных для зарядки электромобилей, на парковках города.

Для питания передающего модуля, предлагается использовать движение автомобилей. Пример внедрения реализован аспирант британского университета Бат Хамза Джиллетт-Уоллер, который внедрил в тротуарную плитку пьезоэлектрические материалы. Таким образом, силы взаимодействия колёс автомобиля и дороги, можно преобразовать в энергию, которой будут питаться электромобили. Используя эти технологии, мы можем способствовать развитию зарядной инфраструктуры для электромобилей. Тем самым привлекая все большее количество людей для покупки электротранспорта.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Как работает беспроводная зарядка? [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://baseus-shop.by/blog/kak-rabotaet-besprovodnaya-zaryadka#:~:text=Принцип%20работы%20беспроводной%20зарядки%20заключается,ток%20в%20соответствующих%20контурах%20гаджета.> – Дата доступа 10.05.2024.

2. Что такое пьезоэлектрические материалы и почему за ними будущее [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://hightech.fm/2021/03/24/piezo-electric-materials.> – Дата доступа: 11.05.2024.

УДК 656.1

## **ИННОВАЦИИ И ЭФФЕКТИВНОСТЬ В СОВРЕМЕННЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ДВИГАТЕЛЯХ**

Студ. гр. 10117122 **Пыжик Д. А., Тарлецкий П. А.**  
*Научный руководитель – ст. преп. Лобач А. Г.*

Электрические двигатели играют важную роль в современной индустрии, преобразуя электрическую энергию в механическую. Они используются в самых разных приложениях, от бытовой техники до промышленных машин. С развитием технологий появляются новые типы двигателей, которые обеспечивают более высокую эффективность и надежность.

Основные принципы работы электрических двигателей. В основе большинства электрических машин лежит принцип электромагнитной индукции. Электрический двигатель состоит из статора, который является неподвижной частью, и ротора, который вращается внутри статора. Взаимодействие магнитных полей статора и ротора приводит к созданию вращающего момента и вращению ротора.

Преобразование электрической энергии в механическую делается путем пропускания электрического тока через ряд катушек, которые создают электромагнитное поле.

Статор – неподвижная часть электрической машины, в случае асинхронных и синхронных машин переменного тока, статор содержит обмотки, по которым проходит ток, в статоре возникает круговое вращающееся магнитное поле при подключении к сети. Это магнитное поле пронизывает ротор и наводит по нему ток индукции. Согласно закону Ампера, ротор начинает вращаться под воздействием отклоняющейся силы.

Ротор – подвижная часть двигателя. В асинхронных и синхронных машинах переменного тока ротор может быть короткозамкнутым или фазным (с обмоткой). В машинах постоянного тока ротор состоит из постоянных магнитов или электромагнитов. Синхронные двигатели имеют отличие в конструкции ротора, например, постоянные магниты или электромагниты.

Скольжение: асинхронные двигатели называются так, потому что частота вращения магнитного поля статора не совпадает с частотой вращения ротора. Разность между частотой вращения магнитного поля статора и частотой вращения ротора характеризуется скольжением. Синхронные двигатели имеют синхронную частоту скольжения.

Классификация электрических двигателей. Электрические двигатели можно классифицировать по различным критериям, таким как принцип действия, конструкция, источник питания и область применения. Основными типами являются:

- двигатели постоянного тока (ДПТ). Эти двигатели работают на постоянном токе и имеют постоянные магниты или обмотки. Имеют магнитное поле, которое взаимодействует с электрическим током для создания вращательного момента. Скорость регулируется изменением напряжения тока, что делает их универсальными для различных применений. Они используются в различных устройствах, таких как электроинструменты и бытовая техника;

- двигатели пульсирующего тока. Эти двигатели имеют переменное магнитное сопротивление. Их применяют в шаговых двигателях и других устройствах;

- двигатели переменного тока. Работают на переменном токе и могут быть асинхронными или синхронными;

- асинхронные (индукционные) – отличаются простотой конструкции, надежностью и низкой стоимостью, что делает их попу-

лярными в промышленности и бытовых приложениях. Используются в шаровых мельницах, вентиляторах, кондиционерах и других областях. Синхронные двигатели актуальны там, где необходима стабильная высокая скорость вращения и точное позиционирование, например, в насосах, генераторах, компрессорах и электроинструментах;

– универсальные коллекторные электродвигатели. Могут работать как на постоянном токе, так и на переменном токе. Используются в различных устройствах, включая болгарки и электроинструменты;

– синхронные электродвигатели возвратно-поступательного движения. Используются для специфических задач, таких как линейное перемещение. Обладают несколькими обмотками и позволяют точно изменять скорость вращения. Применяются в пылесосах, стиральных машинах и других устройствах.

Одним из ключевых направлений инноваций является совершенствование конструкции электрических двигателей. Применение новых материалов, таких как высокоэффективные магниты и обмоточные провода, позволяет увеличить плотность магнитного потока и снизить потери в обмотках. Кроме того, оптимизация геометрии ротора и статора, а также использование более совершенных систем охлаждения способствует повышению эффективности и снижению тепловых потерь.

Повышение энергоэффективности достигается за счет совершенствования систем управления и регулирования, таких как частотные преобразователи и инверторы. Применение современных алгоритмов управления позволяет оптимизировать работу двигателя в зависимости от нагрузки, что приводит к снижению потребления энергии.

Развитие современных технологий постоянно выводит электрические двигатели на более новый уровень – более компактные, мощные, экономичные и экологически чистые.

С помощью электрических двигателей мы не только повышаем эффективность производства, улучшаем качество жизни и снижаем нагрузку на окружающую среду, но и открываем новые возможности для создания инновационных технологий и транспортных средств, формируя облик будущего, основанного на умной энергетике и устойчивом развитии.

Современные инновации, такие как электрические автомобили, беспилотные системы и другие автономные устройства, подталкивают к дальнейшему усовершенствованию электрических двигателей. Таким образом, электрические двигатели остаются важным элементом прогресса и технического развития, способствуя улучшению качества нашей жизни и сохранению окружающей среды.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Касаткин, А. С. Электротехника / А. С. Касаткин, М. В. Немцов. – Энергоатомиздат, 2012.
2. Кацман, М. М. Электрические машины / М. М. Кацман. – Высшая школа, 2015.
3. Герасименко, А. А. Передача и распределение электрической энергии / А. А. Герасименко, В. Т. Федин. – Ростов-на-Дону : Феникс, 2018.
4. Электрические машины: учебник для вузов / Под ред. И. П. Копылова : Высшая школа, 2020.
5. Федоров, Г. Я. Электроприводы промышленных механизмов: учебник для вузов / Г. Я. Федоров, В. И. Максимов. – Логосфера, 2014.
6. Кузнецов, В. В. Электрические машины: учебник для вузов / В. В. Кузнецов, В. И. Лошанский. – Высшая школа, 2007.

УДК 656.13

### **ВНЕДРЕНИЕ СИСТЕМЫ СОЦИАЛЬНЫХ ПРОЕЗДНЫХ КАРТ**

Студ. гр. 10114122 **Курганович В. О., Сацута А. А.**  
*Научный руководитель – канд. техн. наук, доц. Седюкевич В. Н.*

Цель работы – разработать мероприятия, направленные на повышение экологичности перемещения населения за счет приоритетного пользования городским маршрутным транспортом. Для сравнения,

например, легковой автомобиль Volkswagen Polo 1,6i Classic с объемом двигателя 1,6 дм<sup>3</sup> потребляет 7,9 л бензина на 100 км пробега, а городской автобус МАЗ-203067 (дв. OM 906LA III/2, 170 kW, БАКПП ZF6HP502C,  $i_{гн} = 5,83$ , дизель) – 32,2 л/100 км [1]. Приняв, что в легковом автомобиле в среднем проезжает 2 пасс., а в автобусе при коэффициенте использования вместимости 0,3 (пассажировместимость автобуса 105 пасс.) в среднем 31,5 пасс., энергоемкость поездки в легковом автомобиле составляет  $7,9/2 = 3,95$  л/100 пасс.-км и в автобусе  $32,2/31,5 = 1,02$  л/100 пасс.-км. Учитывая, что при сжигании 1 л бензина образуется в среднем 2,2 кг CO<sub>2</sub>, а 1 л дизельного топлива 2,7 кг, то удельные выбросы CO<sub>2</sub> составляют для легкового автомобиля  $3,95 \cdot 2,2 = 8,69$  кг/100 пасс.-км и для маршрутного автобуса  $1,02 \cdot 2,7 = 2,75$  кг/100 пасс.-км [2]. Таким образом, для принятых данных выбросы CO<sub>2</sub> на 100 пасс.-км маршрутным автобусом в 3,16 раза ниже, чем легковым автомобилем. Все вышесказанное определяет, что для повышения экологичности и энергоэффективности поездок населения должен отдаваться приоритет маршрутному общественному транспорту.

Для стимулирования совершения поездок населения маршрутным общественным транспортом общего пользования взамен пользования личным автомобилем в данной работе предлагается в крупных городах (Минск и другие) введение льготных и бесплатных электронных проездных документов (электронных карт), а также дальнейшее предоставление приоритетности в дорожном движении общественному транспорту, что позволит сократить время поездок пассажиров.

Льготный проездной документ предлагается предоставлять студентам (со скидкой на 50 %) и лицам, которые пользуются платной «перехватывающей» стоянкой (паркингом) для личных автомобилей. При этом плата за парковку на «перехватывающей» стоянке и льготная плата за проездной документ на общественном транспорте в сумме должны быть несколько ниже, чем полная плата за проезд по многократному проездному документу (например, на 20 %). Период, на который предлагается предоставлять льготный проездной документ должен составлять как правило от 30 дней (календарного месяца) до одного квартала (три календарных месяца или

90 дней). Однако для лиц, приезжающих на короткий срок (командированные, туристы, отдыхающие), такой льготный проездной документ может быть предоставлен от одних суток до 30 дней). Льготный проездной документ для студентов должен быть прописан на электронном студенческом билете. Оператором выдачи льготных проездных документов может быть назначена организация, эксплуатирующая «перехватывающую» стоянку. Такая организация должна иметь статус коммунального предприятия, учрежденного городским исполнительным комитетом. Льготный проездной документ для студента может быть прописан на электронном студенческом билете.

Бесплатные проездные документы для школьников и категорий граждан, которым право на бесплатный проезд в городе предоставлено законодательством, выдаются в первом случае учреждениями образования, а во втором случае – органами социального обеспечения населения.

Внедрение льготных и бесплатных социальных проездных карт и приоритетность в дорожном движении транспортных средств общественного транспорта позволит решить следующие задачи: снизить интенсивность дорожного движения на улицах города и соответственно повысить скорости движения маршрутных транспортных средств; повысить экологичность городской среды; сократить применение средств персональной мобильности и тем самым повысить безопасность пешеходного движения; разгрузить парковочное пространство в центре города; сократить число лиц, проезжающих без оплаты проезда без законного на то основания.

Применение льготных и бесплатных социальных проездных карт имеет некоторые недостатки: дополнительные расходы для местного бюджета на транспортное обслуживание населения; повышение загруженности городского транспорта общего пользования; необходимость создания «перехватывающих» стоянок на въездах в город; необходимость подвоза от «перехватывающих» стоянок до сети маршрутного транспорта города.

Для внедрения системы льготных проездных карт, предоставляемых владельцам легковых автомобилей, пользующимся «перехватывающими» стоянками, потребуется реклама такой системы для потенциальных пользователей.

Внедрение льготных и бесплатных социальных проездных карт соответствует трем принципам устойчивого развития транспортной

системы города ESG: E (environmental) – ответственное отношение к окружающей среде, S (social) – высокая социальная ответственность, G (governance) – высокое качество управления.

Целесообразность предлагаемых мероприятий подтверждается решениями, принятыми в Люксембурге, где самый высокий удельный показатель по числу автомобилей на одну тысячу жителей: 696 по сравнению со средним по странам ЕС, равным 560. В результате складывается высокая интенсивность транспортных потоков и соответственно низкая транспортная экологичность. Для улучшения ситуации в Люксембурге в 2020 году отменили плату за проезд на маршрутном транспорте общего пользования и опыт трех лет показал эффективность принятого решения [3].

## ЛИТЕРАТУРА

1. Нормы расхода топлива на механические транспортные средства, суда, машины, механизмы и оборудование. Утверждены постановлением Министерства транспорта и коммуникаций Республики Беларусь от 06.01.2012 № 3.

2. Методика расчета выбросов парниковых газов (CO<sub>2</sub>-эквивалента) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.gdemoi.ru/blog/gps-glonass-gnss/>..– Дата доступа: 17.04.2024.

3. Опыт Люксембурга: Самая богатая страна мира сделала общественный транспорт бесплатным: вот что произошло дальше. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://ru.euronews.com/green/2023/03/28/the-worlds-richest-country-made-public-transport-free-heres-what-happened-next>. – Дата доступа 16.04.2024.

## СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ АВТОМОБИЛЬНЫХ ПЕРЕВОЗОК ПАССАЖИРОВ ЖИЛОГО МАССИВА «МИНСК-МИР» В Г. МИНСКЕ

Студ. гр. 10114220 **Абдурашидов Д. С.**

*Научный руководитель – канд. техн. наук, доц. Седюкевич В. Н.*

Жилой массив «Минск-Мир» (далее – Минск-Мир) является современным компактным местом проживания минчан с развитой инфраструктурой и деловым центром. В жилом массиве в 2024 году начинает работать метрополитен (станция «Аэродромная»). Поэтому основные изменения в организации перевозок жителей и работников объектов Минск-Мира предлагается строить на учете наличия метрополитена. При этом строительство контактной сети для перевозок троллейбусами не требуется, поскольку стала возможной перевозка электробусами и троллейбусами с автономным ходом.

Что касается размещения остановочных пунктов, то при проектировании Минск-Мир заложены требования строительных норм, согласно которым расстояния между остановочными пунктами маршрутных транспортных средств не более 600 м. Детальной планировкой района застройки предусмотрено движение общественного транспорта по улицам (проспектам) Аэродромная, Брилевская, Жореза Алферова, Лейтенанта Кижеватова, Леонида Левина, Мира, Николы Теслы, Южная магистраль. Только на перечисленных улицах предусмотрены оборудованные остановочные пункты общественного транспорта.

При этом для обеспечения устойчивой мобильности расстояние подхода к ближайшему остановочному пункту регулярных маршрутов должно быть также не более 600 м [1, 2]. Для обеспечения такого расстояния подхода должна быть предусмотрена соответствующая плотность маршрутной сети. При этом расстояние  $l_{ам}$  между параллельными улицами, по которым проходят маршруты, должно быть не более 1039 м как  $l_{ам} = \sqrt{l_{п}^2 - l_{ом}^2} = \sqrt{1200^2 - 600^2} = 1039$  м (рис. 1).

Таким образом, с учетом планировки улиц и прокладки внутриквартальных путей пеших перемещений расстояние между параллельными маршрутами не должно превышать 1000 м.

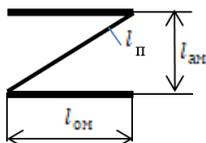


Рисунок 1– Упрощенная схема определения расстояния между параллельными маршрутами:

$l_{ан}$ ;  $l_{он}$  – расстояние между остановочными пунктами;  $l_{п}/2$  – расстояние подхода пассажира к ближайшему остановочному пункту

Исходя из вышеизложенного в Минск-Мир маршруты должны проходить по улицам так, чтобы расстояние между ними не превышало 1000 м.

В качестве варианта таких маршрутов в дополнение к существующим приняты два замкнутые кольцевые маршруты М1 и М2, обеспечивающие связь кварталов района со станцией метрополитена «Аэродромная» (рис. 2).

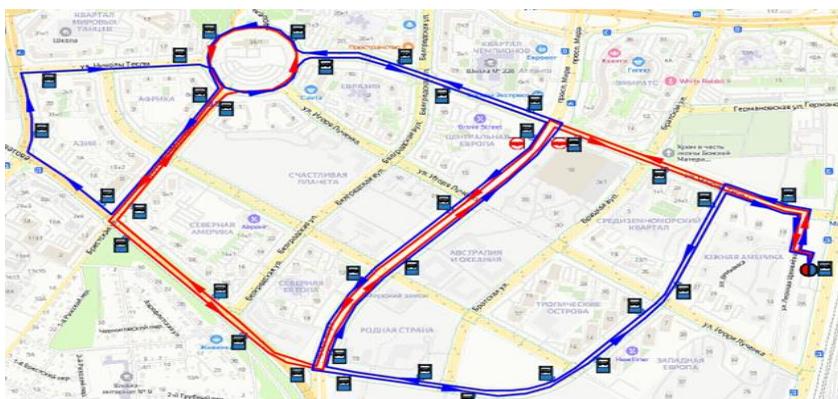


Рисунок 2 – Схема предлагаемых маршрутов

Указанные маршруты обеспечивают:

- подвоз обучающихся к школам;
- охват обслуживанием всех остановочных пунктов района;

– подвоз и отвоз пассажиров от метрополитена по возможно кратчайшим путям;

– минимальное количество левых поворотов на перекрестках, например, объезд квартала, заключенного ул. Леонида Левина, Брилевская, Николы Теслы, только правыми поворотами;

– исключено движение возле парковой зоны;

– заезд транспортных средств на диспетчерскую станцию для предоставления водителям перерывов в управлении.

Одновременно предлагаются следующие изменения для улучшения транспортного обслуживания микрорайона и повышения эффективности пассажирских перевозок [3]:

– проложить автобусный маршрут № 82С по проспект Мира, Николы Теслы с конечным остановочным пунктом на диспетчерской станции Ландера;

– отменить автобусный маршрут № 40, поскольку он будет дублироваться третьей линией метрополитена и автобусным маршрутом № 107;

– отменить автобусный маршрут № 45, поскольку пассажиропоток будет обслуживаться 3-й линией метрополитена и действующими автобусными маршрутами;

– отменить автобусный маршрут № 111, поскольку он будет дублироваться 1-й и 3-й линиями метрополитена;

– проложить троллейбусный маршрут № 59 по улице Жуковского и проспекту Мира с обслуживанием троллейбусами с автономным ходом и отменить соответственно автобусный маршрут № 10;

– отменить маршрут №53, поскольку пассажиропоток будет осваиваться перевозками 3-й линией метрополитена и на существующих маршрутах наземного транспорта;

– автобусные маршруты №№ 4, 4д, 73, 84, 93, 100, 107, 124, 191 на данном этапе оставить без изменений.

Резюме. Предлагаемые новые маршруты общественного транспорта и изменения в существующую маршрутную сеть позволят обеспечить качественное обслуживание жителей жилого района и его делового центра транспортным обслуживанием.

## ЛИТЕРАТУРА

1. СН 3-03.06-2022 «Улицы населенных пунктов». Утверждены

постановлением Министерства архитектуры и строительства Республики Беларусь от 25.03.2022 № 39.

2. Правила автомобильных перевозок пассажиров. Постановление Совета Министров Республики Беларусь от 30.06.2008 № 972.

3. Сайт государственного предприятия «Минсктранс». [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://minsktrans.by/>. Дата доступа: 03.05.2024.

УДК 330; 322; 65

## **СУБЪЕКТЫ СТАРТАП ЭКОСИСТЕМЫ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ. БЕЛОРУССКАЯ СЕТЬ БИЗНЕС-АНГЕЛОВ «ANGELS BAND», INVESTCLUB.VC: ПРАКТИКА, УСЛОВИЯ И ПОРЯДОК ПОЛУЧЕНИЯ ФИНАНСИРОВАНИЯ ДЛЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СТАРТАПОВ НА РАННИХ СТАДИЯХ. КЕЙС Q1/2024**

Магистрант спец. 7-06-075-01 «Транспорт» **Тимошук Д. А.**  
*Научный руководитель – канд. экон. наук, доц. Шабeka В. Л.*

### **АКТУАЛЬНОСТЬ ВОПРОСА**

В современном мире стартапы становятся все более популярным и востребованным направлением предпринимательской деятельности. Развитие стартап экосистемы в различных странах способствует инновациям, развитию экономики и привлечению инвестиций. Республика Беларусь не остается в стороне от этого тренда и активно поддерживает развитие стартапов в своей стране.

### **СОДЕРЖАНИЕ РАСКРЫВАЕМОГО ВОПРОСА**

Субъекты стартап экосистемы Республики Беларусь. Белорусская сеть бизнес-ангелов «Angels Band», InvestClub.VC: практика, условия и порядок получения финансирования для технологических стартапов на ранних стадиях. Кейс Q1/2024.

Одним из важных субъектов стартап экосистемы Беларуси есть белорусская сеть бизнес-ангелов «Angels Band». Эта сеть объединяет инвесторов, предпринимателей и экспертов, которые готовы инвестировать в перспективные стартапы и помогать им в развитии на самых ранних стадиях. «Angels Band» предоставляет стартапам не только финансовую поддержку, но и экспертные знания, нетворкинг и другие ресурсы для успешного развития [2].

Одним из успешных проектов, поддержанных «Angels Band», является InvestClub.VC. Это венчурный фонд, специализирующийся на инвестировании в технологические стартапы на ранних стадиях развития. InvestClub.VC предоставляет стартапам финансовую поддержку, консультации по развитию бизнеса и помощь в выходе на мировой рынок [1].

Для тех, кто ищет финансирование от InvestClub.VC, существуют определенные условия и порядок. Сначала стартап должен пройти отборочный этап, на котором эксперты фонда оценивают потенциал проекта, его команду и бизнес-модель. После успешного прохождения отбора стартап заключает договор с фондом, в котором прописываются условия инвестирования и дальнейшего сотрудничества.

Стартапы выбираются для инвестирования при наличии инновационного подхода к решению определенной проблемы, существованию обширного рынка и профессиональной команды. Благодаря финансовой поддержке и экспертным консультациям InvestClub.VC, проектам помогают быстрее выйти на рынок, привлечь клиентов и стать успешным бизнесом [3].

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, субъекты стартап экосистемы Республики Беларусь, такие как «Angels Band» и InvestClub.VC, играют важную роль в развитии инновационного предпринимательства в стране. Благодаря их поддержке и финансированию, молодые и перспективные стартапы могут расти и развиваться, внося значительный вклад в экономику и общество Республики Беларусь.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Бизнес-ангелы: новые возможности для стартапов // Журнал «Венчурный капитал и инновации», 2019.

2. Стартап-экосистема в Республике Беларусь: вызовы и перспективы // Научный журнал «Экономика и управление инновациями», 2020.

3. Инвестиционный фонд InvestClub.VC и его роль в развитии стартапов // Аналитический отчет, 2021.

УДК 330; 322; 65

**ФИНАНСИРОВАНИЕ ПРОТОТИПИРОВАНИЯ ПРОДУКТОВ  
ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРЕДПРИНИМАТЕЛЬСТВА  
В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ СРЕДСТВАМИ КОНКУРСА  
ИНВЕСТИЦИОННЫХ ПРОЕКТОВ БЕЛОРУССКОГО  
ФОНДА ФИНАНСОВОЙ ПОДДЕРЖКИ  
ПРЕДПРИНИМАТЕЛЕЙ. КЕЙС Q1/2024**

Магистрант спец. 7-06-075-01 «Транспорт» **Тимошук Д. А.**  
*Научный руководитель – канд. экон. наук, доц. Шабeka В. Л.*

**АКТУАЛЬНОСТЬ ВОПРОСА**

Современная экономика страны требует стимулирования инновационной деятельности и поддержки предпринимателей, особенно в области технологического развития. В Республике Беларусь действует система государственной финансовой поддержки субъектов малого предпринимательства, включая программы по финансированию прототипирования и инвестиционных проектов. Рассмотрим условия участия в конкурсе инвестиционных проектов, проводимом Белорусским фондом финансовой поддержки, и оценим возможности для технологических предпринимателей по состоянию на Q1/2024.

**СОДЕРЖАНИЕ РАСКРЫВАЕМОГО ВОПРОСА**

Прототипирование – это процесс создания модели или образца

продукта или услуги с целью проверки его эффективности и функциональности. Для технологических предпринимателей финансирование этапа прототипирования является критически важным, поскольку именно на этом этапе определяется потенциал будущего продукта или услуги.

Белорусский фонд финансовой поддержки предпринимателей проводит конкурс инвестиционных проектов среди субъектов малого предпринимательства, предоставляя финансовую поддержку в виде заёмов и лизинга имущества. Участие в конкурсе открыто для всех предпринимателей, которые имеют зарегистрированное предприятие и готовы представить инвестиционный проект на рассмотрение [1].

*Условия и порядок участия в конкурсе.*

Для участия в конкурсе инвестиционных проектов предприниматели должны подать заявку на участие, в которой необходимо представить бизнес-план проекта, включая информацию о его целях, ожидаемых результатах, планируемых инвестициях и сроках реализации. Важным условием является наличие положительного эффекта от реализации проекта, который будет способствовать развитию экономики и созданию новых рабочих мест.

После подачи заявки проект проходит экспертизу, на основании результатов которой принимается решение о предоставлении финансовой поддержки. В случае одобрения проекта предпринимателю предоставляется возможность выбрать форму финансирования – заём или лизинг имущества [2].

*Оценка возможностей для технологических предпринимателей.*

Если проект был отмечен экспертами как один из наиболее перспективных, например, в области информационных технологий, то он может получить финансирования, например, в виде займа.

Благодаря финансовой поддержке технологический предприниматель сможет успешно завершить этап прототипирования и начать серийное производство своего продукта, что должно привести к росту прибыли и увеличению числа рабочих мест, т.е. является примером того, как государственная финансовая поддержка может стимулировать развитие инноваций и создание новых бизнес-проектов [3].

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, финансирование прототипирования играет важную роль в содействии инновационному развитию экономики и создания конкурентоспособных предприятий. Государственная финансовая поддержка открывает новые возможности для технологических предпринимателей и способствует созданию благоприятной среды для развития инноваций и новых технологий.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Кокорева, Е. Н. Финансирование инновационных проектов / Е. Н. Кокорева. – М. : КНОРУС, 2021.
2. Быков, В. И. Управление инвестициями / В. И. Быков. – М. : Издательство Юрайт, 2019.
3. Смирнов, А. П. Финансирование малого бизнеса / А. П. Смирнов. – М. : КНОРУС, 2018.

УДК 330; 322; 65

## **ЭВОЛЮЦИЯ БЕЛОРУССКИХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРЕДПРИНИМАТЕЛЬСКИХ ПРОЕКТОВ НА ПРИМЕРЕ LINEV / ADANI GROUP: PRODUCT DEV., TEAM BUILDING, SALES, FUNDRAISING**

Магистрант спец. 7-06-075-01 «Транспорт» **Тимошук Д. А.**  
*Научный руководитель – канд. экон. наук, доц. Шабeka В. Л.*

## АКТУАЛЬНОСТЬ ВОПРОСА

Актуальность данного микроисследования связана с растущим значением технологических предпринимательских проектов и их вкладом в экономическое развитие. В контексте развивающейся IT-индустрии Беларуси, изучение опыта компании LINEV / ADANI Group позволяет выявить успешные практики и факторы, способствующие успешности технологических стартапов с белорусскими

корнями. Анализ эволюции проекта LINEV / ADANI Group и планов на будущее может быть полезен для предпринимателей, инвесторов и исследователей, интересующихся развитием технологического предпринимательства в стране и за ее пределами.

## СОДЕРЖАНИЕ РАСКРЫВАЕМОГО ВОПРОСА

С каждым днем технологии становятся все более важным фактором в современном мире. Технологические стартапы и предприятия играют ключевую роль в развитии экономики и общества. В последние годы Беларусь стала известна как страна с развитой IT-индустрией, благодаря которой здесь появилось много успешных технологических проектов. Одним из таких проектов является ЗАО «Исследовательский и инновационный центр ЛИНЕВА», который принадлежит крупной международной компании ADANI Group.

ЗАО «Исследовательский и инновационный центр ЛИНЕВА» (LINEV / ADANI Group) был основан с целью развития инновационных технологий в области медицины и безопасности. Компания специализируется на разработке и производстве медицинских приборов и устройств обеспечения безопасности, используемых в различных сферах деятельности [1].

## ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ

Одной из основных целей компании является развитие новых продуктов и технологий, которые могут быть успешно внедрены на рынке и приносить прибыль компании. Для достижения этой цели собрана сильная команда специалистов, которые будут работать над созданием и продвижением её продуктов. Также разработана эффективная стратегия продаж и механизм привлечения инвестиций для финансирования проектов.

## ЭВОЛЮЦИЯ ПРОЕКТА

С момента основания компании ЗАО «Исследовательский и инновационный центр ЛИНЕВА» прошел путь от технологического стартапа до крупной успешной компании. Начиная с первых исследовательских работ и разработок, компания постепенно расширила свою деятельность до производства и продажи готовых продуктов. В настоящее время компания имеет широкий ассортимент продукции и успешно работает на международном рынке.

## КЛЮЧЕВЫЕ ЭТАПЫ РАЗВИТИЯ ПРОЕКТА

Одним из ключевых этапов развития проекта было создание сильной команды специалистов, состоящей из опытных и талантливых работников. Благодаря этому удалось разработать и внедрить на рынок инновационные продукты, которые быстро завоевали популярность среди потребителей.

Другим важным этапом было разработка эффективной стратегии маркетинга и продаж, которая помогла компании успешно продвигать свои продукты на рынке и увеличить объемы продаж. Также для финансирования новых проектов была разработана эффективная стратегия привлечения инвестиций.

## БУДУЩЕЕ ПРОЕКТА

Компания ЗАО «Исследовательский и инновационный центр ЛИНЕВА» имеет большой потенциал для дальнейшего развития и роста. Планируется расширение ассортимента продукции, увеличение объемов продаж и привлечение новых инвестиций для реализации новых проектов [1].

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В заключение, можно сказать, что компания ЗАО «Исследовательский и инновационный центр ЛИНЕВА» является успешным примером технологического предприятия с белорусскими корнями, которое благодаря своей команде специалистов, инновационным продуктам и эффективной стратегии развития занимает лидирующие позиции на рынке и образцом для белорусских технологических предпринимателей.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Официальный сайт ЗАО «Исследовательский и инновационный центр ЛИНЕВА» (LINEV / ADANI Group) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.linev.by/>. – Дата доступа: 05.06.2024.

## **АВТОМАТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА ОПЛАТЫ ПРОЕЗДА, БЕЗ УЧАСТИЯ ВОДИТЕЛЯ И ПАССАЖИРА**

Студент группы 101141-21 **Добровольский А. М.**  
*Научный руководитель – ст. преп. Овчинников И.А.*

В августе 2023 года в Минске была введена система единого проездного билета, что позволило увеличить процент оплаты проезда в городском пассажирском транспорте с 70 % до 77–80 %. При этих показателях, покрывается приблизительно лишь треть всех расходов государственного предприятия «Минсктранс». Однако, несмотря на существующие удобства пластиковых проездных карточек, существует и масса неудобств использования такого проездного:

- пассажир может забыть или потерять проездной;
- количество доступных поездок может закончиться;
- срок действия проездного документа может истечь;
- некоторые пассажиры достают проездной лишь при посадке в транспортное средство, что доставляет массу неудобств другим пассажирам и задерживает отправление транспорта.

Кроме того, водители автобусов, троллейбусов и трамваев по-прежнему сталкиваются с необходимостью продажи талонов, что достаточно часто задерживает отправление городского пассажирского транспорта с остановки и не даёт другим транспортным средствам произвести посадку-высадку пассажиров.

В целях решения данной проблемы предлагается внедрение инновационной системы оплаты проезда, исключая участие как водителей, так и пассажиров при посадке в транспортное средство. Способ основан на использовании радиометок, которые можно вполне успешно вживить в обувь пассажиров в области каблука. Предлагаемый вариант не доставит людям дискомфорта как при ходьбе, так и в технической составляющей, так как при покупке обуви в магазинах через продавца передаются необходимые данные в метку о владельце обуви. По сравнению с NFC-метками, радиометки обеспечивают более высокую стабильность работы в ситуациях с большим скоплением людей, что делает их предпочтительным выбором в условиях городского пассажирского транспорта. Метки

могут быть связаны не только с банковским счётом, но и с номером телефона владельца, что повысит шанс на своевременную оплату проезда.

Для считывания данных с радиометки пассажира, входящего в городской пассажирский транспорт, предлагается установить специальные рамки, похожие на системы «антивор» в магазинах, но адаптированные для считывания радиосигналов от меток. Подходящим выбором для таких устройств могут быть рамки RFID с расширенными возможностями для работы в транспортной отрасли. Эти рамки содержат антенны, создающие вокруг входной зоны электромагнитное поле. Поле активирует радиометки, когда пассажир входит в транспортное средство, что приводит к передаче данных метки обратно в считывающее устройство. Считывающее устройство, получив информацию от радиометки, отправляет запрос в финансовую организацию для проверки полученных данных о пассажире на подлинность и соответствие предварительно зарегистрированным данным. Система одновременно может анализировать и обрабатывать информацию о владельце метки, подтверждая его право на проезд и иницируя процесс оплаты.

Необходимо предотвратить считывание стоимости поездки в ситуации, если пассажир перепутал маршрут, в который ему необходимо было сесть. Для этого предлагается инициировать процесс оплаты после закрытия дверей в транспортном средства. Когда автобус, троллейбус или трамвай начнет движение, система начинает обратный отсчет, и через 20–25 с происходит автоматическая оплата проезда с банковской карты пассажира. В случае, если на карте не хватает денежных средств, они списываются с карты владельца (рисунк 1).

Такая система теоретически может быть интегрирована с текущей транспортной инфраструктурой без значительных изменений в конструкции автобусов. Перепрограммирование системы для работы с новыми радиометками потребует обновления программного обеспечения рамок и координации с банковскими и телефонными операторами для обеспечения безопасной обработки транзакций.

Стоит отметить, что в настоящее время на некоторых маршрутах городского пассажирского транспорта в г. Гомель тестируется система оплаты проезда банковской картой, путем её прикладывания к валидатору внутри транспортного средства. В результате изучения

отзывов пассажиров, были обобщены основные преимущества данной инновационной системы, а именно:

- банковская карта всегда находится при человеке;
- прикладывать банковскую карту «проще и удобнее, чем покупать талон за наличные деньги или пополнять виртуальный кошелек»;
- иностранным гражданам не нужно пытаться разобраться, где и как покупать проездные документы.

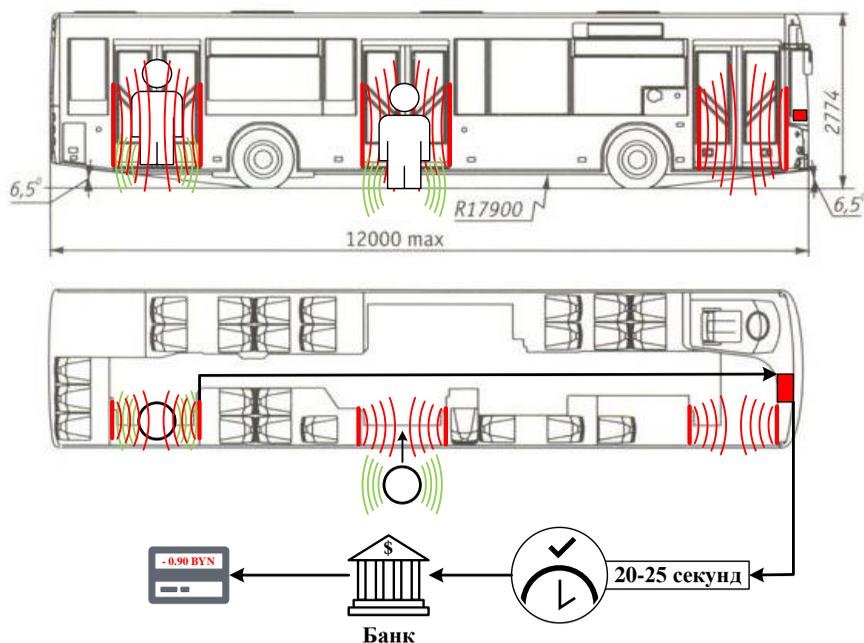


Рисунок 1 – Схема автоматической системы оплаты проезда.

Логично, что иностранные граждане вживленных в подошве обуви радиометок иметь не будут, поэтому сотрудники аэропорта по приезду в страну могут эти чипы выдавать и быстро их настраивать на банковскую карточку иностранца. Таким образом, иностранцу достаточно будет иметь радиометку с собой чтобы производить оплату проезда.

С помощью такой автоматизированной оплаты проезда без участия как пассажира, так и водителя, ожидается что данная инновация обеспечит процент оплаты проезда, близкий к 100 %, а это означает, что можно значительно сократить штат работников контрольно-ревизорской службы, что вполне положительно может отразиться на экономической составляющей предприятия.

Стоит отметить, что в будущем такую систему можно будет применять не только в пределах работы городского пассажирского транспорта, но и в сфере обслуживания. Например, в супермаркетах: это исключит ошибку продавца или покупателя, если деньги будут посчитаны неправильно.

## ЛИТЕРАТУРА

1. RFID метка: классификация, принципы работы и особенности применения [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://scanport.ru/blog/rfid-metka-klassifikacziya-princziipy-raboty-i-osobennosti-primeneniya/>. – Дата доступа: 18.04.2024 г.

УДК 621.876

## **ИННОВАЦИОННАЯ СИСТЕМА ТРАВЛАТОРОВ ДЛЯ БЕСПРЕПЯТСТВЕННОЙ ПОСАДКИ И ВЫСАДКИ ПАССАЖИРОВ НА ТРАМВАЙНЫХ ОСТАНОВКАХ**

Студент группы 101141-21 **Добровольский А. М.**  
*Научный руководитель – ст. преп. Овчинников И. А.*

В настоящее время, при посадке и высадке из автобуса, троллейбуса или трамвая, приходится спешиваться на другую поверхность, часто не совпадающую с уровнем пола в транспортном средстве. У некоторых пассажиров и у людей с ограниченными возможностями это создаёт дополнительные трудности в передвижении между различными пунктами назначения. В поиске инновационных решений для повышения комфортабельности посадки и высадки пассажиров в транспорт, была придумана уникальная система, основанная на

использовании траволаторов. Рассмотрим ее на примере трамваев. Эти современные механизмы, способные двигаться и подниматься одновременно, представляют собой ключевой элемент нашего новаторского подхода к организации трамвайных остановок.

Ожидая трамвай на остановочном пункте, пассажиры обнаружат, что траволатор начинает движение, одновременно поднимаясь на его конце к уровню пола трамвая, когда тот находится на расстоянии 200 м от остановки. Этот интеллектуальный механизм не только обеспечивает более удобное и плавное перемещение пассажиров к вагонам, но также доставит пассажиров обратно на тротуар после закрытия дверей трамвая.

Поднимающийся траволатор будет рассчитан на 30 человек. Принимая средний вес человека равным 70 кг, можно рассчитать, что максимальный вес пассажиров, использующих траволатор не должен превышать 2 100 кг. Чтобы другой конец траволатора мог перемещаться вертикально будем использовать гидравлический поршень. Его преимущество над пневматическим поршнем заключается в том, что выбранный механизм выдерживает более высокие нагрузки, а его точное управление обеспечит беспрепятственную и безопасную работу системы траволатора. Необходимо учесть и то, что подъемный механизм должен иметь возможность поднимать траволатор как на уровень низкопольного трамвая, так и на уровень высокопольного трамвая.

Оптимальная скорость траволаторов на остановочных пунктах зависит от нескольких факторов, включая плотность пассажиропотока, длину траволатора и общую инфраструктуру остановочного пункта. Обычно скорость траволаторов колеблется в пределах от 0.5 до 1 м/с. Это достаточно медленно, чтобы быть безопасным для всех пользователей, включая детей, пожилых людей и людей с ограниченными возможностями, но достаточно быстро, чтобы ускорить перемещение людей от о.п. непосредственно до трамвая.

Важно также учесть, что скорость должна быть скорректирована таким образом, чтобы между движущейся частью и стационарными элементами (например, тротуаром или полом трамвая) не было слишком большой разницы в скорости, чтобы избежать несчастных случаев при входе или выходе.

Устройство должно включать системы безопасности, такие как блокировка движения платформы в нештатных ситуациях, а также

механизмы, обеспечивающие стабильность платформы в поднятом состоянии для безопасной посадки и высадки пассажиров.

Платформа должна быть органично вписана в уже существующую инфраструктуру остановочного пункта, чтобы не мешать обычному пешеходному трафику и другим транспортным средствам. Стоит добавить, что приподнятая поверхность дороги позволит снизить скорость проезда данного участка и повысить общую безопасность движения.

Датчики уровня в данном случае играют критически важную роль в обеспечении безопасности и комфорта при использовании траволаторов. Они помогают контролировать и регулировать положение траволатора относительно пола трамвая, обеспечивая точную остановку на заданном уровне. Лазерные датчики могут использоваться для измерения расстояния от платформы до уровня пола трамвайного вагона. Они обеспечивают высокую точность в определении положения платформы. Схематически разработанный механизм изображен на рис. 1.

Система безопасности для механизма, который поднимает платформу с траволатором до уровня пола трамвая, должна быть комплексной и включать несколько ключевых компонентов для обеспечения безопасности пользователей и надежной работы устройства.

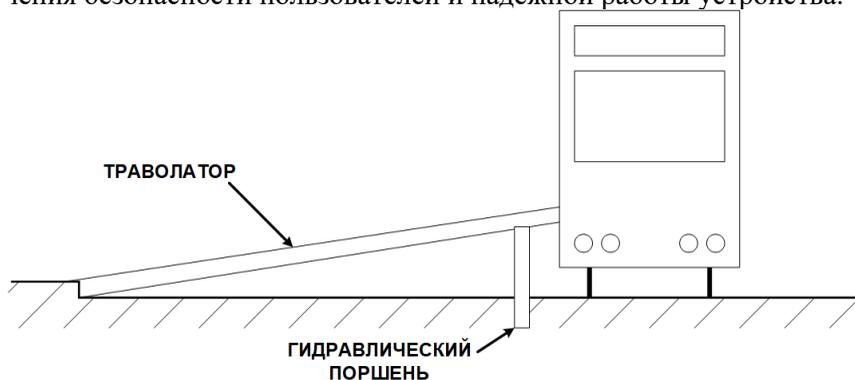


Рисунок 1– Траволатор подъемный

Основные элементы такой системы безопасности следующие:

- должна быть установлена система аварийной остановки, которая позволит немедленно остановить подъем или опускание платформы в случае обнаружения неисправности, препятствия на пути или другой аварийной ситуации;

- система должна включать датчики нагрузки, предотвращающие работу механизма в случае превышения допустимой нагрузки на платформе. Это помогает избежать поломок и потенциальных аварий из-за перегруза;

- во время подъема или опускания должны автоматически выдвигаться барьеры или блокировки, которые предотвратят доступ людей или объектов в зону работы механизма. Это особенно важно для предотвращения случайного попадания под поднимающуюся или опускающуюся платформу;

- перед началом любого движения платформы желательно активировать звуковые и световые предупреждающие сигналы, которые оповестят окружающих о предстоящих действиях;

- для ситуаций, когда автоматическая система выходит из строя, должна быть предусмотрена возможность ручного управления платформой. Это обеспечивает дополнительный уровень безопасности при возникновении нештатных ситуаций.

Рассчитаем выгоду применения данного механизма на примере трамвайного маршрута № 6 «ДС Серебрянка – ДС Зелёный Луг». Длительность выполнения одного круга составляет 2 часа, с учетом средней стоянки трамвая на остановочных пунктах по 30 секунд. Построив на каждой остановке по пути его следования механизмы, создающие беспрепятственную посадку и высадку из транспорта, всеми стоянки на остановке сократятся на 12 единиц времени и составят 18 секунд. Общее время, затрачиваемое на остановки при наличии инновационного устройства составит 12 минут 24 секунды. Основываясь на вышеизложенном, один круг по трамвайному маршруту № 6 «ДС Серебрянка – ДС Зелёный Луг» составит 1 ч 47 мин. 36 с. Данный результат является значительным и положительно повлияет на доходность маршрута, а также повысится качество обслуживания и безопасность.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Ctv.by. Новые низкопольные трамваи появятся на дорогах Минска в 2024 году [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://ctv.by/novosti-minska-i-minskoy-oblasti/novye-nizkopolnye-tramvai-poyavyatsya-na-dorogah-minska-v-2024-godu>. – Дата доступа: 24.04.2024.

2. Lift-ing.ru. В чем разница между траволатором и эскалатором: преимущества и недостатки [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://lift-ing.ru/company/blog/v-chem-raznitsa-mezhdu-travolatorom-i-eskalatorom-preimushchestva-i-nedostatki/>. – Дата доступа: 25.04.2024.

3. Виртуальное табло Минск [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [https://minsktrans.by/lookout\\_yard/Home/Index/minsk#/routes/tram/6](https://minsktrans.by/lookout_yard/Home/Index/minsk#/routes/tram/6). – Дата доступа: 25.04.2024.

**СЕКЦИЯ «ЭКОНОМИКА И ЛОГИСТИКА»**

## **ЛОГИСТИЧЕСКИЕ ПРИНЦИПЫ ОРГАНИЗАЦИИ ГОРОДСКИХ ПАССАЖИРСКИХ ПЕРЕВОЗОК**

Магистрант **Маркова Е. С.**

*Научный руководитель – д-р экон. наук, проф. **Ивуть Р. Б.***

На сегодняшний день главной целью транспортных услуг в сфере пассажирских перевозок является удовлетворение потребностей потребителей данных услуг в передвижении. Вследствие использования логистического подхода при организации пассажирских перевозок, на всех участках перевозочного процесса требуется применение логистических принципов и объединение в единую систему, способную предоставить населению транспортные услуги должного качества при минимальных затратах.

Логистические принципы организации пассажирских перевозок заключаются в том, чтобы подвижной состав в определенном количестве, расписание его движения и маршруты, по которым осуществляются перевозки, гарантировали безопасную, комфортную, надежную и беспересадочную доставки пассажиров в нужное место и в нужное время.

Также необходимо, чтобы пассажирские перевозки оказывали минимальное негативное воздействие на окружающую среду. Эту проблему может решить замена автобусов на более экологичные электробусы. По сравнению с дизельными автобусами они значительно уменьшают количество выбросов углекислого газа в воздух.

Единая логистическая система городских пассажирских перевозок позволяет смягчить противоречия, которые возникают между интересами пассажиров и перевозчиков, так как минимизация затрат, рассматриваемая в качестве целевой функции, гарантирует перевозчику достаточный размер прибыли, а пассажиру – приемлемый тариф.

## **ИННОВАЦИОННОЕ РАЗВИТИЕ ТРАНСПОРТНО-ЛОГИСТИЧЕСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ**

Магистрант **Филиппович А. Е.**

*Научный руководитель – канд. тех. наук, доц. Пильгун Т. В.*

Инновационное развитие транспортно-логистической деятельности в Республике Беларусь является ключевым аспектом в условиях глобальных изменений на мировом рынке транспортных услуг. Несмотря на определенные трудности, Беларусь активно работает над адаптацией к новым условиям рынка, освоением новых грузопотоков и внедрением инновационных технологий для повышения конкурентоспособности. Инновационное развитие в транспортно-логистической сфере становится все более интенсивным и перспективным. Однако возникают определенные трудности в создании эффективного инновационного прогресса из-за того, что уровень логистических издержек в Республике Беларусь стране является одним из самых высоких на мировом рынке и составляет более 20 %, в то время, как показатели стран Азии не превышают 20 %, а в Европе составляют приблизительно 10 %.

В период с 2021 до 2025 года потребность в объектах транспортной инфраструктуры Республики Беларусь составляет 8012,8 млн. долларов США. Основными проектами, представляющими транспортную инфраструктуру, стали проекты по развитию инфраструктуры автомобильного и воздушного транспорта. Проекты в области инфраструктуры автомобильного транспорта предполагают строительство и реконструкцию дорог различного назначения. Инфраструктура воздушного транспорта представлена единственным проектом по развитию объектов инфраструктуры Витебского филиала государственного предприятия «Белаэроавиация» (строительство транспортно-логистического центра, ангарного комплекса, предприятия по обеспечению топливно-заправочного комплекса (услуг) на сумму 184,5 млн. долл. США.

## **ИНТЕГРАЦИЯ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В ЦЕПИ ПОСТАВОК КАК ИНСТРУМЕНТА УПРАВЛЕНИЯ**

Студ. гр. 101043-21 **Азимов Б. М.**

*Научный руководитель – канд. экон. наук, доц. Ланковская П. И.*

Интеграция искусственного интеллекта в управление цепочками поставок может привести к оптимизации операций, сокращению отходов, лучшему прогнозированию спроса и более экологически безопасным практикам.

Одним из главных преимуществ систем искусственного интеллекта является способность быстро обрабатывать массивные объемы данных и выносить логичный вердикт или анализ, с которым уже легче работать человеку. Крупные перевозчики уже используют данный инструмент для избегания задержек и выбора наиболее оптимального маршрута перевозки.

Мониторинг и маршрутизация поставщиков- Анализируя показатели экологического и социального управления, ИИ помогает выбирать устойчивых поставщиков. Выбор правильных поставщиков позволяет предприятиям поддерживать устойчивость всей цепочки для избегания дальнейших задержек или конфликтных ситуации между компаниями.

Интеллектуальные системы обнаруживают неэффективность и потери в цепочке поставок. Путем устранения этой неэффективности организации могут значительно снизить издержки. Таким образом вышеперечисленные причины являются наиболее очевидными причинами для интеграции.

## **РАЗВИТИЕ КОНТЕЙНЕРНЫХ ПЕРЕВОЗОК В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ**

Студ. гр. 101042-23 **Круглик И. А., Мороз И. Г.**  
*Научный руководитель – ст. преп. Зиневич А. С.*

Развитие контейнерных перевозок в Республике Беларусь является важным аспектом современной логистики, который играет значимую роль в развитии экономики в целом и торговли в частности. Основным видом транспорта для перевозки контейнеров является железная дорога.

Согласно статистике Белорусской железной дороги структура общего объема контейнерных перевозок, следующая:

– экспорт с каждым годом увеличивается (в 2019 году – 98 тыс. единиц в двадцатифутовом эквиваленте (ДФЭ), в 2023 году – 313 тыс. ДФЭ);

– импорт увеличивается с таким же темпом (2019 – 115 тыс. ДФЭ, 2023 – 341 тыс. ДФЭ);

– местные контейнерные перевозки также отмечаются резким увеличением (2019 – 16 тыс. ДФЭ, 2023 – 83 тыс. ДФЭ);

– объем транзитных контейнерных перевозок возростал до 2021 года, однако после 2021 года отмечается его резкий спад (2019 – 504 тыс. ДФЭ, 2021 (пик) – 932 тыс. ДФЭ, 2023 – 291 тыс. ДФЭ).

Основными направлениями в развитии контейнерных перевозок являются расширение и модернизация транспортной инфраструктуры, что позволяет увеличить скорость и эффективность транспортировки, а также снизить ее стоимость; развитие международных транзитно-транспортных коридоров способствует увеличению объемов контейнерных перевозок и развитию торговых связей с другими странами; расположение на пересечении Европы и Азии предоставляет возможности развития мультимодальных перевозок через территорию Беларуси.

Таким образом, развитие контейнерных перевозок в Республике Беларусь играет важную роль в укреплении экономических связей,

стимулировании торговли и интеграции страны в мировую экономику. Наиболее перспективными направлениями перевозки являются Россия и Китай.

УДК 658.5

## ЛАГІСТЫКА ХАЛОДНАГА ЛАНЦУГА

Студэнт гр. 101031-21 Кузьміцкі А. С.

*Навуковы кіраўнік – канд. экан. навук, дац. Мойсак О. І.*

Халодная лагістыка ўключае ў сябе комплекс мерапрыемстваў, пачынаючы з складзіравання прадуктаў і заканчваючы іх дастаўкай у кропку прызначэння. Асноўная задача халоднай лагістыкі – арганізаваць такі працэс перавозкі і захоўвання, пры якім прадукты захаваюць сваю якасць і бяспеку для спажываўцаў.

Адным з асноўных фактараў, якія ўплываюць на якасць прадуктаў, з'яўляецца тэмпература. Пры парушэнні правіл транспарціроўкі і складзіравання прадуктаў, тэмпературны рэжым можа быць парушаны, што прывядзе да змены іх уласцівасцяў.

Аб'ём сусветнага рынку лагістыкі для халадовага ланцуга ацэньваўся ў 159 988,1 млн. даляраў у 2018 годзе і, паводле прагнозаў, дасягне 585 105,6 млн. даляраў да 2026 года, пры гэтым CAGR складзе 17,9 % з 2019 па 2026 год.

Халодная лагістыка гуляе ключавую ролю ў захаванні прадуктовай якасці і прадукцыйнасці ў тэмпературных умовах. Парушэнне аптымальных умоў захоўвання і складзіравання прадуктаў можа прывесці да іх псуцы, пагаршэнню смакавых і харчовых якасцяў, а таксама памяншэнню тэрміна прыдатнасці.

**МАРКЕТИНГОВАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ**студент гр.101042-22 **Лобач М. Г.***Научный руководитель – д-р экон. наук, проф. **Жудро М. К.***

Маркетинговая эффективность – это мера успешности и результативности маркетинговых усилий компании. Она оценивает, насколько хорошо маркетинговая стратегия и тактики компании достигают своих целей и приводят к желаемым результатам.

Оценка маркетинговой эффективности может включать различные показатели и метрики, в зависимости от конкретных целей и стратегии компании. Изучив влияние данные показателей, формулу маркетинговой эффективности можно представить в следующем виде:

$$M_3 = \frac{B \cdot \alpha}{3},$$

где  $B$  – выручка – общая сумма денег, полученных от продажи товаров или услуг;

$\alpha$  – доля рынка - процентная доля рынка, занимаемая компанией;

$3$  – затраты - сумма денег, потраченных на маркетинговые мероприятия, включая рекламу, маркетинговые исследования, продвижение и т. д.

Доля рынка может быть определена как отношение вашей выручки к общей выручке в отрасли;

Эта формула позволяет измерить маркетинговую эффективность, учитывая как доходы, так и расходы компании. Однако следует отметить, что эффективность маркетинга невозможно полностью охватить одной математической формулой. Всегда необходимо учитывать контекст, особенности бизнеса и индивидуальные цели компании.

## **МОТИВАЦИЯ СОТРУДНИКОВ КАК ГЛАВНЫЙ ФАКТОР УСПЕХА БИЗНЕСА**

Студ. гр. 101042-22 **Еска А. А., Довнар Л. А.**

*Научный руководитель – докт. экон. наук, проф. **Жудро М. К.***

В современных условиях высокой конкуренции и постоянных изменений на рынке, способность компании привлекать, удерживать и стимулировать сотрудников становится важнейшим конкурентным преимуществом. Ведь именно от вовлеченности и лояльности персонала во многом зависит качество обслуживания клиентов, своевременность и точность выполнения задач, генерация новых идей и инноваций.

Чтобы повысить мотивацию сотрудников по продажам и побудить их к достижению максимальной производительности, менеджер должен хорошо знать команду продаж. Только так можно оценить, какие сотрудники на какой тип стимулов реагируют с определенной мотивацией.

Внешняя мотивация возникает из-за внешних стимулов, таких как комиссионные, бонусы, возможности или награды.

Внутренняя мотивация относится к внутренней системе побуждений человека, движимой личными интересами, любопытством, самоопределением и страстью. В контексте положительного опыта сотрудников, когда индивидуальные потребности и ценности гармонируют с потребностями компании, эта внутренняя мотивация усиливается. В отличие от внешней мотивации, внутренняя мотивация заключается в выполнении задачи или деятельности ради нее самой.

Итак, как можно найти кандидатов, которые будут выдающимися? Первый шаг – оценить кандидатов в целом

Второй способ увеличить мотивацию сотрудников – создание корпоративной культуры. Третий способ – развитие культуры лидерства. Четвертый, главный и последний способ – кристально чистое общение.

## РОЛЬ ЛОГИСТИКИ В УСТОЙЧИВОМ РАЗВИТИИ БИЗНЕСА

Студ. гр. 101042-23 Ковальчук А. А., Дедуль Я. Ю.

*Научный руководитель – ст. преп. Зиневич А. С.*

Современная логистика как теория и практика управления потоками играет ключевую роль в обеспечении устойчивого развития бизнеса, поскольку позволяет оптимизировать процессы поставок и обеспечить наиболее эффективное использование располагаемых ресурсов. Устойчивое развитие бизнеса предполагает создание условий для удовлетворения потребностей сегодняшних поколений без оказания негативного воздействия на перспективы будущих поколений.

Ключевая роль логистики в устойчивом развитии бизнеса раскрывается через следующие ее аспекты:

1) экологическая устойчивость: логистика играет важную роль в стратегиях снижения негативного воздействия бизнеса на окружающую среду, включая оптимизацию маршрутов, использование технологий снижения вредных выбросов, переход к осуществлению складских операций с минимальным использованием энергии и ресурсов;

2) экономическая эффективность: развитая логистика помогает хозяйствующим субъектам сократить издержки за счет оптимизации логистических процессов, максимальной загрузки складов и транспортных средств, сокращения времени доставки;

3) улучшение сервиса: логистика помогает обеспечить своевременную поставку товаров и оказание сопутствующих услуг клиентам, что повышает степень их удовлетворенности;

4) управление информацией: логистика включает операции по обработке данных о движении товаров и обеспечивает принятие управленческих решений в бизнесе.

Таким образом, логистика играет важную роль в обеспечении устойчивого развития бизнеса, помогая компаниям стать более конкурентоспособными и успешными на рынке.

## ВЛИЯНИЕ ГЛОБАЛИЗАЦИЯ НА РАЗВИТИЕ ТРАНСПОРТНОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ

Студ. гр. 101041-21 **Шабров А. А., Тишкевич Р. А.**  
*Научный руководитель – асс. **Бегун А. В.***

Глобализация привнесла революционные изменения в развитие транспортной инфраструктуры по всему миру. С увеличением объемов мировой торговли спрос на эффективную и надежную транспортную сеть значительно возрос. Этот процесс стимулировал страны к инвестициям в новые проекты и технологии, направленные на совершенствование транспортной инфраструктуры (рис. 1).



Рисунок 1 – Распределение ведущих ТНК по странам, кол-во

Технологические инновации, такие как автономные транспортные средства, системы управления трафиком и электрические транспортные средства, стали неотъемлемой частью современной транспортной инфраструктуры, обеспечивая ее эффективность, безопасность и экологическую устойчивость.

Глобализация играет ключевую роль в развитии транспортной инфраструктуры, сподвигая страны по всему миру модернизировать свои транспортные системы, создавать эффективные логистические цепочки, позволяющие оптимизировать перевозки и снизить затраты, для соответствия требованиям современной экономики и обеспечения успешной интеграции в мировое сообщество.

## **РОЛЬ ТРАНСПОРТНОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ В ПОВЫШЕНИИ КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТИ СТРАНЫ**

Студ. гр. 101042-23 **Пармоник В. В.**

*Научный руководитель – ст. преп. Зиневич А. С.*

Транспортная инфраструктура играет ключевую роль в развитии экономики и повышении конкурентоспособности страны. В Республике Беларусь особенно важно обеспечить эффективное функционирование транспортной системы для устойчивого экономического роста.

Современные требования рынка и международные стандарты подчеркивают необходимость развития транспортной инфраструктуры. Беларусь располагает выгодным экономико-географическим положением, однако, чтобы в полной мере использовать свой потенциал, стране необходимо инвестировать в современные транспортные магистрали, железнодорожные пути, аэропорты и порты. Развитие всех видов транспортной инфраструктуры способствует оптимизации логистических операций, сокращению времени доставки товаров, снижению издержек и повышению качества услуг.

Ключевыми направлениями развития также являются внедрение инновационных цифровых технологий в области транспорта и логистики, расширение сотрудничества с зарубежными партнерами в восточном направлении, создание благоприятных условий для инвесторов, обеспечение прозрачности и эффективного управления проектами.

В целом, развитие транспортной и логистической инфраструктуры в Республике Беларусь является приоритетным направлением для обеспечения устойчивого роста ее национальной экономики. И только совместными усилиями государства, бизнеса и общества можно создать современную и эффективно функционирующую транспортно-логистическую систему, которая будет активно использоваться в ходе переработки региональных и мировых грузопотоков.

## **КЛАССИФИКАЦИЯ И ХАРАКТЕРИСТИКА АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ**

Студ. гр. 101042-23 **Мельцель К. А.**

*Научный руководитель – ст. преп. Зиневич А. С.*

Автодорожная инфраструктура Республики Беларусь включает дороги, классифицируемые по трем аспектам:

- административная классификация;
- классификация дорог общего пользования;
- классификация улиц населенных пунктов.

Согласно административной классификации дороги разделяют на шесть видов. Дороги общего пользования классифицируют по классам, которых четыре, и категориям – от I-а до V. В эту классификацию входят и дополнительные подвиды дорожной инфраструктуры. Кроме того, различают восемь категорий улиц в населенных пунктах. Каждая из них имеет свое обозначение, количество полос движения и установленные ограничения по скорости движения при свободной или затрудненной дорожной обстановке.

Для автомобильных дорог существует пять основных классификационных критериев:

- по доступности использования;
- по несущей способности дорожного покрытия;
- по интенсивности движения (категории А, В, С и D);
- по количеству и ширине полос движения;
- по коэффициенту сцепления.

Дороги общего пользования делятся на платные и бесплатные, дороги необщего пользования ещё называют ведомственными. К дорогам без специального дорожного покрытия относятся грунтовые дороги. Дороги с дорожным покрытием делятся на жесткие (цементобетонные различных видов) и нежесткие (из асфальтобетона, каменных материалов и другие).

## ОПТИМИЗАЦИЯ МАРШРУТА ДОСТАВКИ ГРУЗОВ

Студ. гр. 101041-23 **Грицук И. А.**

*Научный руководитель – канд. экон. наук, доц. Ланковская П. И.*

В современной логистике оптимизация маршрутов доставки грузов играет большую роль. Цель оптимизации состоит в том, чтобы минимизировать расходы посредством нахождения самых эффективных способов доставки товаров. С увеличением объема грузоперевозок и ужесточением конкуренции на рынке, этот процесс становится все более важным. Важность оптимизации маршрутов доставки грузов проявляется в нескольких аспектах. Во-первых, это помогает сократить время и финансовые затраты на доставку, что улучшает качество обслуживания клиентов и способствует укреплению доверия к бренду. Эффективное планирование маршрутов также снижает расходы на топливо, износ транспортных средств, оплату водителей и другие операционные издержки, что придает конкурентное преимущество на рынке. Оптимизация маршрутов также важна с точки зрения экологии. Уменьшение потребления топлива и выбросов вредных веществ помогает снизить вред, наносимый окружающей среде, и соответствует принципам устойчивого развития.

Для того, чтобы оптимизировать маршруты доставки грузов, логисты используют различные инструменты и методы. Современные технологии, такие как геоинформационные системы, алгоритмы маршрутизации и искусственный интеллект, помогают автоматизировать процессы планирования и оптимизации маршрутов. Анализ данных о движении транспорта и нагрузках позволяет выявить самые эффективные маршруты и минимизировать риски задержек.

Таким образом, оптимизация маршрутов доставки грузов является значимым компонентом логистической деятельности компаний, так как этот процесс способствует снижению издержек и улучшает качество обслуживания.

## **ИМПЛЕМЕНТАЦИЯ КОНЦЕПЦИИ ТЕОРИИ ИГР В ЦИФРОВОЙ БИЗНЕС**

Студ. гр. 101041-22 **Прусакова К. А, Войткун А. А.**  
*Научный руководитель – д-р экон. наук, проф. **Жудро М. К.***

Выполненные аналитические, эмпирические и экспериментальные исследования актуальных трендов практикоприменения теория игр как междисциплинарной профессиональной компетенции (объединяющей психологию, математику, цифровые технологии и множество других академических областей) в цифровом бизнесе выступает актуальным инструментом диагностики микроэкономических как положительного, так и отрицательного поведения агентов рынка с целью обоснования. Теория игр позволяет с помощью моделей «искусственного» интеллекта понять роль информации в экономических взаимодействиях продавца и покупателя, располагавших во многих ситуациях не одинаково лучшей информацией, что приводит к информационной асимметрии и к неблагоприятному рыночному выбору.

Теория игр позволяет с помощью цифровых двойников понять роль стимулов в экономических взаимодействиях на основе моделирования децентрализованных, гетерогенных систем эгоистичных агентов.

Таким образом, имплементация теории игр в цифровом бизнесе является инструментом исследования ситуационного стратегического взаимодействия между конкурирующими его стейкхолдерами и позволяет предсказывать и объяснять поведения людей в условиях конфликтной ситуации или партнерства, оптимизирование стратегии и принятие решения в условиях выигрыша.

## СОЗДАНИЕ ЕДИНОГО РЕЕСТРА ГРУЗОПЕРЕВОЗЧИКОВ

Студ. гр. 101041-21 **Казак А. В.**

*Научный руководитель – канд. экон. наук, доц. Ланковская П. И.*

С каждым годом объемы грузоперевозок в России продолжают расти, и, в связи с этим возникает необходимость в более эффективном управлении и контроле за деятельностью грузоперевозчиков. Создание единого реестра грузоперевозчиков представляется как один из ключевых шагов в улучшении отрасли логистики и транспортировки в стране.

Введение единого реестра позволит собрать все данные о грузоперевозках в одном месте, что облегчит контроль за соблюдением правил и нормативов в сфере транспортной деятельности. Единый реестр способствует повышению прозрачности и сокращению нелегальных перевозок, что в свою очередь повысит безопасность дорожного движения и качество услуг грузоперевозок.

Создание единого реестра требует разработки специализированной информационной системы, способной обрабатывать большие объемы данных и обеспечивать доступ к ним для заинтересованных сторон.

Важным этапом является утверждение законодательства, регулирующего функционирование единого реестра, а также оценка экономической эффективности внедрения данной системы.

Создание единого реестра грузоперевозчиков в России к 2025 году представляет собой важный шаг к совершенствованию транспортной отрасли страны. Это позволит повысить эффективность контроля за деятельностью грузоперевозчиков, снизить негативное воздействие нелегальных перевозок на экономику. Республика Беларусь, находясь в близком контакте с РФ также в дальнейшем может рассматривать создание реестра.

## ИННОВАЦИОННЫЕ ПОДХОДЫ В ЛОГИСТИКЕ

Студ. гр. 101042-23 **Ковальчук А. А., Дедуль Я. Ю.**

*Научный руководитель – ст. преп. Синютин К. В.*

Логистика – одно из важных направлений в современной экономике. В ней обычно присутствует масса решений одной задачи, большинство из них давно и активно используются. Достижение лидирующих позиций, да и просто решение массы задач, невозможно без преимуществ перед конкурентными фирмами. Рассмотрим некоторые ключевые инновации.

1. Цифровые двойники Эта технология дает возможность моделировать разные ситуации, случающиеся на производстве. Так, цифровой двойник предлагает наиболее эффективные варианты выстраивания технологических мероприятий.

2. Искусственный интеллект (AI) Популярными инновациями в сфере логистики — решения ИИ, помогающие исследовать существующие пути, обнаруживать узкие места и сосредотачиваться на эффективном пути. Инструменты обработки информации на основе ИИ помогают отражать вопросы, связанные с транспортировкой товаров онлайн, и грамотно оценивать сроки транспортировки.

3. Одной из перспективных сфер применения методики блокчейн в грузоперевозках считается обеспечение точности и честности записей, отражающих производительность, историю сервиса и прочие показатели машин в дальнейшем. Так весь обмен сведениями записывается в блоки, эти данные не получится удалить или поменять, гарантируя таким образом полную прозрачность всех действий.

Инновационные подходы в логистике направлены на повышение уровня управления логистическими процессами за счет применения различного рода инноваций, нацеленных на улучшение качества обслуживания потребителей, рост эффективности потоковых процессов и снижение совокупных издержек на их реализацию.

## **РОЛЬ БЮДЖЕТИРОВАНИЯ В УПРАВЛЕНИИ ЛОГИСТИЧЕСКИМИ ПРОЦЕССАМИ**

Студ. гр. 101041-21 **Кулакова М. О., Лагодич Д. А.**  
*Научный руководитель – канд. экон. наук, доц. **Мойсак О. И.***

Современная экономика требует от менеджеров принятия решений в условиях неопределенности. Для эффективного опережающего управления часто используется бюджетирование, особенно в корпоративных информационных системах типа ERP. Процесс бюджетирования включает многократные итерации, корректировку объема продаж (SOP-план), пересмотр производственного плана (MPS-план) и согласование всех бюджетов. Эти итерации продолжаются до достижения удовлетворительных ключевых показателей эффективности (KPI). Для предприятий производственной сферы методика бюджетирования начинается с формирования SOP-плана на основе маркетинговых исследований, а также формируется MPS-план. Затем учитывается производственная возможность и стратегические цели компании. Разрабатываются инновации для повышения конкурентоспособности. Создается план производства и бюджет доходов и расходов, а также прогноз движения денежных средств.

Автоматизация бюджетирования включает создание баз данных, увязку бюджетов и аналитику данных. При выборе программного обеспечения учитывается интеграции с другими системами учета, например, 1С-предприятие для небольших компаний и ERP-системы для средних и крупных.

Бюджет предприятия является выраженным в цифрах прогнозом экономических показателей на различных уровнях управления. Бюджетирование позволяет проводить различные сценарные расчеты для принятия управленческих решений. Оптимизационная модель может использоваться для корректировки бюджета продаж и других параметров в условиях экономической нестабильности.

## **РОЛЬ МАРКИРОВКИ ГРУЗОВ В СОВРЕМЕННОЙ ТРАНСПОРТНОЙ ЛОГИСТИКЕ**

Суд. гр. 101042-23 **Капустин И. Д., Ращинкин В. С.**

*Научный руководитель – ст. преп. Зиневич А. С.*

Маркировка представляет собой один из этапов грузопереработки, через который проходит груз на пути от отправителя к получателю. Ее цель состоит в решении следующих логистических задач:

- каждая отправленная грузовая единица должна следовать определенным путем и достигнуть места назначения;
- необходимо бережное обращение с грузовой единицей во время хранения, транспортирования, при погрузочно-разгрузочных работах и распаковке;
- доставка груза должна осуществляться комплектно и в полной сохранности.

Маркировка при перевозке грузов играет важную роль в обеспечении безопасности и соблюдении правил. Она предоставляет необходимую информацию для правильного обращения с определенным видом груза: несет в себе сведения о поставщике, адрес отправления и получения, массу груза, а также правила обращения и хранения.

Маркировка грузов при международных перевозках подразумевает указание адреса назначения и получателя, номеров грузовых мест, реквизитов товаросопроводительной документации, веса с тарой и без нее, размеров; она наносится на языке страны-адресата.

На сегодня широко применяется цифровая маркировка, задачей которой является борьба с фальсификатом товаров. Она обеспечивает передачу максимального количества информации, занимая минимальное количества места на товаре или таре. Маркировка обеспечивает эффективность, безопасность и высокое качество процесса доставки грузов, Она является неотъемлемым атрибутом современной логистики.

## **ТЕХНОЛОГИЯ ПЕРЕВОЗОЧНОГО ПРОЦЕССА: СОВРЕМЕННЫЕ СИСТЕМЫ ТРАНСПОРТИРОВКИ ГРУЗОВ**

Студ. гр. 101042-23 **Волчѣк А. С., Власенко Д. П.**  
*Научный руководитель – ст. преп. Зиневич А. С.*

В современных реалиях устойчивость грузопотоков играет важную роль в обеспечении экономического роста государства. Поддерживать и укреплять ее помогает развитие технологий перевозочного процесса. Технология процесса перевозки груза – это метод осуществления определённого перевозочного процесса путём его дифференциации на несколько систематизированных, логически связанных этапов и операций, цель которого – ускорение доставки грузов к месту назначения.

Задача технологии – очистить процесс перевозки грузов от излишних трудозатратных операций, сделать его более целенаправленным и эффективным. Определить сущность процесса перевозки можно при помощи двух понятий – этапа и операции. Этап – это все те операции, которые необходимо совершить для завершения определённого процесса. Операция – наименьший однородный элемент транспортировочного процесса, предназначением которого является выполнение определённой задачи.

Принципы технологии перевозочного процесса включают расчленение транспортного процесса, планомерность его исполнения, а также последовательность действий.

Накопление информации обо всех инновациях в области грузовых перевозок выступает обязательным условием, необходимым для обеспечения высокой конкурентоспособности автотранспортных предприятий. Среди новейших разработок в сфере организации грузоперевозок можно выделить контейнерные перевозки, комбинированные способы транспортировки, перевозки с использованием самосвалов и самопогрузчиков.

## МЕСТО WMS-СИСТЕМ В СОВРЕМЕННОЙ ЛОГИСТИКЕ СКЛАДИРОВАНИЯ

Студ. гр. 101042-23 **Евщик П. В.**

*Научный руководитель – ст. преп. Зиневич А. С.*

Рациональная организация складских работ как одна из задач современной логистики позволяет снизить издержки и повысить доходы субъекта хозяйствования, а также сократить время доставки грузов. На сегодня по всему миру активно применяются WMS-системы, которые обеспечивают снижение количества ошибок и сбоев на складах от 30 до 70 %.

Система управления складами, или WMS (от англ. – Warehouse Management System) – это информационная система, использующая множество передовых технологий для повышения эффективности складских процессов. К преимуществам WMS относится автоматизация всевозможных процессов (от приемки груза до комплектации заказа), что приводит к уменьшению штата работников. За счет реализации адресного хранения повышается эффективность использования складов в среднем на 10–20 %. Управление и расчеты проводятся исключительно системой. Цифровизация плана товаров, перенос документации в электронный вариант, применение сканеров обеспечивают многопоточность операций и быстрый доступ к данным о товаре. Кроме того, WMS-система использует RFID-технологии, голосовой ввод, Интернет вещей. В рамках концепции WMS имеются несколько классов систем. Например, начальный класс подходит для организации малых складов с небольшим ассортиментом товаров. Коробочный и конфигурируемый классы в свою очередь оптимальны для складов с площадью более 5000 м<sup>2</sup>. Адаптируемый класс применяется на больших складах с крайне интенсивным товарооборотом. На сегодня в Беларуси внедрением WMS-системы занимается множество компаний, что подчеркивает высокую востребованность системы в рыночных условиях хозяйствования.

## **АСАБЛІВАСЦІ ТРАНСПАРТНА-ЛАГІСТЫЧНЫХ СУВЯЗЯЎ РЭСПУБЛІКІ БЕЛАРУСЬ З СУСЕДНІМІ КРАІНАМІ Ў СУЧАСНЫХ УМОВАХ**

Студ. 101041-23 **Курман К. А., Міранчук Н. У.**  
*Навуковы кіраўнік – ст. выкл. Сінюціч К. В.*

З-за санкцый велічыня адлегласці перавозак грузаў на ўсход вырасла з 600 кіламетраў праз парты Літвы і Латвіі да 1000 і больш кіламетраў праз парты Расіі. Сталі карыстацца попытам маршруты паміж Беларуссю і такімі краінамі як Турцыя, Грузія, Казахстан, Узбекістан, Арменія. Найбольшыя аб’ёмы перавозак грузаў у кірунку пазначаных вышэй краінаў ажыццяўляюцца аўтамабільным і чыгуначным транспартам (транспартны калідор Поўнач-Поўдзень).

Пасля таго як істотна змяніўся аб’ём таваразвароту з заходнімі рынкамі праз санкцыі для Беларусі, асноўным напрамкам лагістыкі стаў Кітай, які цяпер з’яўляецца краінай з неабходнымі для Беларусі рэсурсамі. Паводле звестак мытнай статыстыкі за 2023 год, беларускі экспарт у Кітай вырас на 20 %.

Лагістыка Беларусі з Еўрасаюзам змянілася ў горшы бок. У пачатку 2023 года адзначылася падзенне попыту на грузаперавоку ў параўнанні з 2022 годам: Латвія – на 78 %, Германія – на 73 %, Літва – на 87 %, Польшча – на 85 %. Гэта звязана з увядзеннем пералічанымі вышэй краінамі дадатковых абмежаванняў у дачыненні пэўных тавараў з Беларусі.

У пачатку зімы 2024 года Літва зрабіла больш жорсткімі правілы перасячэння мяжы грузавым транспартам з Беларусі.

Беларусь і Украіна ўнеслі змены ў міжурадавае пагадненне аб міжнародных аўтамабільных адносінах. У 2022 годзе Украіна спыніла працу пунктаў пропуску на беларуска-ўкраінскай мяжы.

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ НЕСТАНДАРТНЫХ ДИАГРАММ В MS EXCEL

Студ. гр. 101041-23 Курман Е. А., Мирончук Н. В.  
*Научный руководитель – ст. преп. Стефанович Н. В.*

В Ms Excel используются стандартные (столбчатые, круговые, графики) и, начиная с версии 2016 года, новые типы диаграмм: «дерево», каскадная, «ящик с усами», солнечные лучи, лепестковая и Паретто.

Диаграмма «Дерево» делит область диаграммы на прямоугольники, представляющие разные уровни и относительные размеры иерархии данных. Диаграмма солнечных лучей представляет собой круговую визуализацию, в которой используются концентрические кольца для отображения иерархических данных. Каждое кольцо обозначает отдельный уровень иерархии, а сегменты внутри каждого кольца – категории или подкатегории. Этот тип диаграммы показывает пропорции и отношения внутри иерархических структур. На каскадной диаграмме отображается текущий итог по мере добавления или вычитания значений, что помогает понять, как ряд положительных и отрицательных значений влияет на начальное значение.

Диаграмма «Ящик с усами» используется для проведения статистического анализа, когда имеется массив данных для нескольких тестовых групп за различные периоды, и необходимо понять, как изменился разброс показателей.

Диаграмма «Парето» основана на принципе Паретто: 20 % усилий дают 80 % результатов, в то время как 80 % других усилий – только 20 %.

Лепестковая диаграмма подходит для иллюстрации изменчивости показателей сразу по нескольким направлениям и важно показать на одном графике зависимость переменных величин от набора стабильных значений.

## **МИРОВЫЕ ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ ТРАНСПОРТНЫХ СИСТЕМ**

Студ. гр. 101041-22 **Прусакова К. А., Ежова А. К.**

*Научный руководитель – канд. экон. наук, доц. **Антюшеня Д. М.***

Интеллектуальные транспортные системы (ИТС) активно развиваются по всему миру в ответ на возрастающие проблемы городского транспорта, такие как пробки, загрязнение окружающей среды и безопасность на дорогах.

В развитии ИТС выделяют несколько ключевых тенденций:

1) автономные транспортные средства: автономные автомобили представляют собой один из самых эволюционных аспектов ИТС, они внедряются во многих странах, что предвещает значительное изменение в будущем транспорта;

2) большие данные: ИТС генерируют огромные объемы данных, которые используются для анализа транспортных потоков, выявления проблем и разработки более эффективных решений;

3) искусственный интеллект (ИИ): ИИ применяется в ИТС для создания интеллектуальных систем управления движением, прогнозирования спроса на транспорт и персонализации поездок;

4) кибербезопасность: с увеличением связности ИТС возрастает угроза кибератак, поэтому обеспечение кибербезопасности становится ключевой задачей;

5) устойчивость: ИТС играют важную роль в создании устойчивой транспортной системы, способствуя снижению выбросов CO<sub>2</sub> и улучшению качества воздуха в городах.

Развитие ИТС позволило повысить безопасность транспорта и обеспечить его эффективное использование. При этом внедрение ИТС потребует совершенствования технологий перевозок и решения проблем, связанных с их внедрением и развитием.

## **МЕСТО «ЗЕЛеной ЛОГИСТИКИ» В СОВРЕМЕННЫХ ТРАНСПОРТНО-ЛОГИСТИЧЕСКИХ ПРОЦЕССАХ**

Студ. гр. 101042-23 **Ёчь В. С.**

*Научный руководитель – ст. преп. Зиневич А. С.*

Одной из важнейших стратегических задач, стоящих сегодня перед современным обществом, является борьба с экологическими проблемами. При перевозках различными видами транспорта происходят выхлопы газов, что пагубно влияет на экологию планеты. Поэтому зеленая логистика имеет все большее распространение и высокую востребованность.

Суть «зеленой логистики» заключается в минимизации загрязнения выхлопами транспорта и использовании экологичных материалов для упаковки грузов, при эксплуатации которых уменьшается воздействие на окружающую среду без потерь эффективности и скорости работы.

В рамках внедрения концепции «зеленой логистики» используются альтернативная упаковка, метод объединенных перевозок, организация «зеленых» коммуникаций и производства, управление складскими хозяйством и отходами. Нацелен такой вид логистики на интеграцию экономической выгоды с важными социальными и экологическими аспектами хозяйствования.

В Республике Беларусь «зеленая логистика» пока не имеет широкого распространения, но все чаще осуществляются мероприятия, направленные на развитие данного направления в области грузовых перевозках. Эти аспекты государственной политики нашли отражение в Национальной стратегии устойчивого социально-экономического развития Беларуси до 2030 года, согласно которой создается все больше условий для распространения и применения зеленой логистики. Основными мероприятиями являются утилизация пластикового мусора, переход на эко-пакеты, использование гибридных и электрических транспортных средств.

## **ПРОБЛЕМА ПОИСКА ОПТИМАЛЬНОГО МЕСТА РАСПОЛОЖЕНИЯ СКЛАДА В ЛОГИСТИКЕ**

Студ. гр. 101042-23 **Мацко В. А.**

*Научный руководитель – ст. преп. Зиневич А. С.*

Задача определения местоположения каждого склада представляет собой ключевой аспект логистики складирования, который тесно связан с определением не только количества инфраструктурных объектов, но и с размещением всей складской сети.

Вопросы размещения складов в рамках складской сети логистика рассматривает в случаях, когда компания стремится к развитию своей собственной логистической инфраструктуры либо когда имеется смешанная форма собственности складов. Эти вопросы становятся особенно важными при планировании оптимальной работы всей логистической системы организации.

В процессе принятия решений о размещении складов необходимо учитывать множество факторов, таких как географическое распределение заказчиков, объемы товаров, располагаемая транспортная инфраструктура, стоимость аренды и транспортировки. Тщательное планирование и анализ помогут оптимизировать работу складской сети и обеспечить эффективное функционирование логистических процессов.

Задача оптимизации размещения и формирования складской сети, как и любая другая логистическая задача, подразумевает поддержание определенного баланса между капиталовложениями в строительство или приобретение складов и операционными издержками. Увеличение числа складов в сети должно обеспечить не только повышение уровня обслуживания клиентов, но и снижение расходов на логистику за счет более эффективного распределения складов на местности и повышения их близости к конечным потребителям.

## **ПРОБЛЕМЫ ЛОГИСТИЧЕСКОГО МЕНЕДЖМЕНТА В УПРАВЛЕНИИ ЗАПАСАМИ НА СКЛАДЕ**

Студ. гр. 101041-22 **Ежова А. К., Прусакова К. А.**  
*Научный руководитель – ст. преп. Якубовская Т. Л.*

Оптимизация складских операций позволяет снизить расходы, повысить уровень обслуживания клиентов, укрепить конкурентные позиции и обеспечить бесперебойную работу всей цепочки поставок. Однако, логистические менеджеры сталкиваются с рядом проблем.

1. Неточность прогнозирования спроса. Решение: Внедрение системы прогнозирования спроса, основанной на исторических данных, сезонности, трендах рынка и других релевантных факторах. Использование современных методов прогнозирования.

2. Неоптимизированные процессы заказа. Решение: Разработка и внедрение оптимизированной системы заказа, учитывающей уровень запасов, частоту закупок, время выполнения заказа и другие факторы. Использование систем управления запасами (WMS) для автоматизации процесса заказа.

3. Неэффективное управление запасами: Решение: Разработка и внедрение эффективной системы хранения товаров, обеспечивающей быстрый доступ к продукции и минимизирующей риски повреждения.

4. Недостаточный контроль запасов: Решение: Регулярный мониторинг уровней запасов с помощью системы управления складом (WMS) или других инструментов. Установление минимального и максимального уровня запасов для каждого артикула. Использование системы оповещения о необходимости пополнения запасов.

Таким образом, для преодоления проблем, связанных с управлением запасами на складе, необходимо использовать системный подход и внедрять современные технологии.

## РАЗВИТИЕ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ПОТРЕБНОСТИ В ЗАПАСЕ

Студ. гр. 101042-22 **Еска А. А., Войткун А. А.**  
*Научный руководитель – ст. преп. Якубовская Т. Л.*

С каждым годом прогнозирование потребностей в запасах становится важнейшим фактором успеха компаний во всех отраслях промышленности. Эффективное управление запасами позволяет снизить издержки, повысить прибыльность, улучшить обслуживание клиентов и повысить конкурентоспособность.

Развитие технологий предоставляет новые возможности для более точного и эффективного прогнозирования. Искусственный интеллект и машинное обучение позволяют анализировать большие объемы данных, Интернет вещей предоставляет данные о местоположении товаров и скорости их потребления, а облачные вычисления предоставляют мощные аналитические инструменты. Внедрение современных методов прогнозирования запасов может принести компаниям значительные выгоды, в том числе снизить затраты на хранение, увеличить оборачиваемость запасов, сократить дефицит и повысить удовлетворенность клиентов.

Нестабильность цепочек поставок, геополитическая напряженность, рост электронной коммерции и изменение предпочтений потребителей делают прогнозирование еще более важным для обеспечения непрерывности бизнеса.

Использование информационных технологий (ИТ) предлагает ряд преимуществ для прогнозирования потребности в запасе и оптимизации уровней складирования. В данной работе будут рассмотрены три программное обеспечение:

- oracle Supply Chain Management Cloud (SCM Cloud);
- Kinaxis;
- WA SCM.

## **ВЛИЯНИЕ КЛИМАТИЧЕСКИХ ИЗМЕНЕНИЙ НА ЛОГИСТИКУ АВТОМОБИЛЬНОГО ТРАНСПОРТА**

Студ. гр. 101031-21 **Леонов А. А.**

*Научный руководитель – ст. преп. Зиневич А. С.*

В настоящее время изменения климата являются серьезной проблемой для развития логистики автотранспорта, оказывая влияние на эффективность работы любой организации.

Такие негативные климатические события, как распространение экстремальных погодных явлений, повышение уровня моря, изменение температурного режима и осадков наносят неоспоримый ущерб транспортной инфраструктуре, приводят к задержкам в доставке грузов. В результате воздействия перечисленных фактов, отмечается негативное влияние на производительность и эффективность работы автотранспортных организаций с позиции экологии и климата.

Для устранения воздействия изменения климата на транспортную логистику следует принять различные меры по адаптации к последствиям, такие как: улучшение проектирования транспортной инфраструктуры с применением новейших технологий, диверсификация видов транспорта и маршрутов, планирование климатических рисков в сфере транспорта, соблюдение экологических норм.

Существует несколько способов изучения процесса влияния изменения климата на транспортную отрасль. Одним из используемых является сравнение транспортных систем между регионами с различными климатическими условиями. Однако, различия между странами являются результатом действия целого ряда факторов, где помимо климата играют свою роль экономическое развитие и физические условия регионов.

В заключение, следует сделать вывод, что изменение климатических условий и их влияние на сферу транспорта еще на протяжении многих лет будут являться одной из главных проблем организации транспортной деятельности.

## **ИННОВАЦИОННЫЕ ПОДХОДЫ К ПЛАНИРОВАНИЮ НА ПРЕДПРИЯТИИ**

Студ. гр. 101031-21 **Жук Д. В.**

*Научный руководитель – ст. преп. Зиневич А. С.*

В условиях быстро меняющейся рыночной среды традиционные методы планирования становятся все более неэффективными. Предприятиям необходимо внедрять гибкие, адаптивные и основанные на анализе данных подходы к планированию, чтобы быстро реагировать на изменения рыночной среды и обеспечивать устойчивый экономический рост. Традиционное планирование имеет некоторые ограничения, которые могут замедлять процесс развития организации, такие как жесткость, ориентация на прошлое и низкая адаптивность.

В настоящее время все шире применяются современные подходы к планированию. Так, например, метод Agile подразумевает итеративный подход с короткими циклами планирования для быстрого внедрения изменений. Визуальная система управления процессами в рамках концепции Kanban направлена на непрерывное внесение улучшений в производство. Современные технологии играют особую роль в трансформации взглядов на планирование. Облачные технологии обеспечивают гибкость, масштабируемость и доступность данных для планирования. Применение искусственного интеллекта и его алгоритмов нацелены на автоматизацию и оптимизацию процессов планирования.

Преимуществами современных инновационных подходов к планированию являются высокая адаптивность, повышение эффективности и обеспечиваемое конкурентное преимущество. Внедрение инновационных подходов к планированию позволяет предприятиям быть более конкурентоспособными на рынке, существенно повышая результативность их производственно-хозяйственной и коммерческой деятельности.

## РАЗВИТИЕ МЕЖДУНАРОДНЫХ ПЕРЕВОЗОК МЕЖДУ РЕСПУБЛИКОЙ БЕЛАРУСЬ И ТУРЦИЕЙ

Студ. гр. 101031-21 **Букат Е. С.**

*Научный руководитель – канд. экон. наук, доц. Ланковская П. И.*

Беларусь и Турция являются важными торговыми партнерами, обмениваясь широким спектром товаров. Эффективная логистика между странами играет ключевую роль в поддержании и развитии этого сотрудничества.

Основными товарами, которые экспортируются из Республики Беларусь в Турцию являются автомобили, оборудование, продукты питания, мебель и текстиль. Турция в свою очередь поставляет Республике Беларусь одежду, текстиль, автомобили, электронику, продукты питания, изделия из кожи.

По данным биржи [ati.su](http://ati.su), во втором квартале 2022 года фиксируется рекордный рост спроса на грузоперевозки между Беларусью и странами Азии. Сильнее всего выросла популярность маршрутов Беларусь – Турция в 5 раз. Перевозки в Турцию ставят рекорды и значение составляет 409 %. За 2023 год экспорт из Турции в Республику Беларусь составил 255777,4 млн. долларов.

В перспективах развития сотрудничества Республики Беларусь и Турции можно отметить:

- расширение инфраструктуры, модернизация транспортных коридоров, развитие пограничных и логистических центров;
- упрощение процедур, гармонизация таможенного законодательства и цифровизация документооборота;
- внедрение интермодальных и мультимодальных схем доставки, в том числе с использованием железнодорожного и морского транспорта.

Развитие международных перевозок между Беларусью и Турцией играет важную роль в укреплении торговых отношений и способствует дальнейшему развитию экономики государства.

## **ГЛОБАЛЬНЫЕ ТОРГОВЫЕ СОГЛАШЕНИЯ И ИХ ВЛИЯНИЕ НА МЕЖДУНАРОДНЫЕ ПЕРЕВОЗКИ**

Студ. гр. 101031-21 Грейнер Д. А., Кравченко К. М.

*Научный руководитель – канд. экон. наук, доц. Лапковская П. И.*

Интеграция в мировую экономику оказалась мощным средством содействия сокращению бедности, экономическому росту и развитию для многих стран. За последние 20 лет рост мировой торговли составлял в среднем 6 % в год — в два раза быстрее, чем мировой объем производства.

Глобальные торговые соглашения — это взаимоотношения между странами, которые осуществляют регулирование международной торговли и способствуют ее развитию.

Международными организациями, участвующими в разработке глобальных торговых соглашений, являются Европейский союз (ЕС), Всемирная торговая организация (ВТО), Европейская ассоциация свободной торговли (ЕАСТ), Североамериканское соглашение о свободной торговле (НАФТА), Ассоциация государств Юго-Восточной Азии (АСЕАН), Южноамериканский общий рынок (МЕРКОСУР), Международная торговая палата (МТП).

Республика Беларусь имеет двусторонние соглашения о зоне свободной торговли с Азербайджаном, Арменией, Кыргызстаном, Таджикистаном, Казахстаном, Молдовой, Россией, Узбекистаном и Туркменистаном.

Как член Евразийского экономического союза Республика Беларусь сотрудничает со странами-участницами данного союза, а также с Сербией, Китайской Народной Республикой, Вьетнамом, Ираном, Сингапуром.

Это дало ряд преимуществ, а именно: доступ к мировым рынкам, снижение тарифов и торговых барьеров, стимулирование экономических реформ, расширение рынков сбыта доступ к технологической помощи и обучению.

## **РАЗВИТИЕ МЕЖДУНАРОДНЫХ ПЕРЕВОЗОК В НАПРАВЛЕНИИ БЕЛАРУСЬ-АРМЕНИЯ**

Студ. гр. 101031-21 **Леонов А. А.**

*Научный руководитель – канд. экон. наук, доц. Ланковская П. И.*

Международные перевозки играют важную роль в развитии экономических отношений между странами. Направление Беларусь-Армения имеет свои особенности, которые необходимо изучить для эффективного сотрудничества и развития логистической инфраструктуры. На данный момент данное направление активно развивается на взаимовыгодных отношениях двух государств. Крупными партиями в Ереван поставляются различные алкогольные напитки, консервы, сладости, продукты легкой промышленности. Необходимо отметить, что товарооборот между Арменией и Беларусью вырос в два раза (до 84 млн. долларов) за первые пять месяцев 2023 года, по сравнению с аналогичным периодом прошлого года. Отмечается увеличение поставок и со стороны Армении (до 50 млн. долларов).

Одним из важных шагов для развития данного направления выступило постановление Евразийской экономической комиссии по поводу продления беспошлинного ввоза электромобилей на территорию данных стран, что открывает возможность заниматься перевозкой автомобилей по направлению «Беларусь-Армения». Помимо вышесказанного, заместителем Министерства транспорта и коммуникаций Республики Беларусь была проведена встреча с представителями Армении в Индии. Целью встречи отмечается дальнейшее развитие международного сотрудничества между странами в логистической области. В заключение, стоит сделать вывод, что сотрудничество Беларуси и Армении является важным направлением развития международных перевозок для двух стран, основанным на принципах взаимоуважения и доверия.

## ЛОГИСТИКА «ПОСЛЕДНЕЙ МИЛИ»

Студ. гр. 101042-23 **Мацко В. А., Мельцель К. А.**  
*Научный руководитель – ст. преп. Синютнич К. В.*

Логистика «последней мили» представляет собой завершающий этап доставки товаров от склада или центра распределения прямо до конечного потребителя, как курьерская доставка, экспресс-доставка и почтовые отправления.

Сегодня, с развитием более интеллектуальных и прозрачных технологий в цифровой цепочке поставок, клиенты ожидают постоянное вовлечение в процесс выполнения заказа.

Основные ожидания в сфере обслуживания клиентов:

- быстрое выполнение заказов;
- удобство взаимодействия и персонализация;
- гибкие возможности электронной коммерции;
- профессионализм в обслуживании B2B.

На белорусском рынке для значительной части покупателей ключевыми факторами при выборе услуг доставки являются цена, скорость и удобство.

Именно из-за проблем с доставкой на «последней миле» около 60 % интернет-магазинов теряют клиентов. При доставке товаров цена доставки играет важную роль.

Проблемы, которые возникают в логистике «последней мили» необходимо рассматривать отдельно для каждого заказа, так как не существует общего решения.

Технологии, применяемые в логистике последней мили:

- оптимизация маршрутов;
- отслеживание грузов;
- автоматизация складских процессов;
- использование дронов и автономных транспортных средств;
- цифровые решения для управления заказами.

## ОПЕРАЦИОННЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ НА ТРАНСПОРТЕ

Студ. гр. 101042-21 **Колоденко Е. А., Миславская П. С.**  
*Научный руководитель – канд. экон. наук, доцент **Мойсак О. И.***

В процессе функционирования автотранспортные предприятия сталкиваются с рядом проблем, причиной которых является традиционность организационных структур управления и иерархия связей внутри нее.

Операционный менеджмент позволяет использовать ресурсы предприятия наиболее эффективным способом и реализуется в виде модели «5Р операционного менеджмента».

Для автотранспортных организаций ключевым процессом управления является транспортировка. В качестве примера внедрения дополнительной структурной единицы (операционного менеджера) и программного обеспечения Visary Project рассмотрим предприятие СОАП «АТЭП-5».

Структура предприятия после внедрения элементов операционного менеджмента представлена на рис. 1.

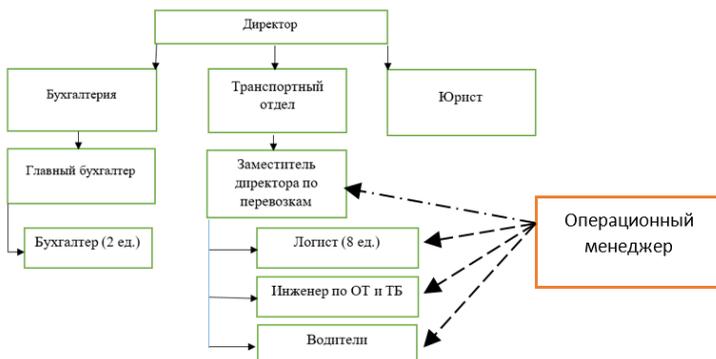


Рисунок 1 – Структура СОАП «АТЭП-5»

В среднем затраты на внедрение составят около 70000 руб., срок окупаемости – 2 г. Ожидаемое повышение эффективности – 5–10 %.

## **ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ МЕЖДУНАРОДНЫХ ПЕРЕВОЗОК**

Студ. гр. 101031-21 **Жук Д. В.**

*Научный руководитель – канд. экон. наук, доц. Ланковская П. И.*

Международные перевозки играют ключевую роль в глобальной экономике, связывая страны и континенты. Однако эта деятельность сопровождается рядом серьезных экологических проблем, включая выбросы парниковых газов, загрязнение воздуха и водных ресурсов, а также шумовое загрязнение.

Сектор международных перевозок является одним из крупнейших источников эмиссии парниковых газов. Согласно данным Международной организации гражданской авиации (ИКАО), на долю авиации приходится около 2 % глобальных выбросов парниковых газов, а на морские перевозки – около 3 %.

По мере того, как транспортные средства выходят из эксплуатации, встает проблема их экологически безопасной утилизации и переработки. Автомобили, самолеты и корабли содержат множество компонентов, изготовленных из различных металлов, пластика, резины и других материалов. Неправильное обращение с этими отходами может привести к загрязнению почвы, воды и воздуха.

Для решения экологических проблем, связанных с международными перевозками, необходим комплекс мер, включающий совершенствование законодательства, введение строгих экологических стандартов и применение эффективных механизмов контроля.

Решение экологических проблем, связанных с международными перевозками, требует скоординированных усилий на глобальном уровне. Международное сотрудничество позволяет разрабатывать и внедрять согласованные решения, устанавливать общие стандарты и обмениваться передовым опытом.

## **ПРОБЛЕМЫ ИНТЕГРАЦИИ В ЦЕПЯХ ПОСТАВОК НА ПРИМЕРЕ СОАП «АТЭП-5»**

Студ. гр. 101042-21 **Колоденко Е. А., Миславская П. С.**  
*Научный руководитель – канд. экон. наук, доц. Ланковская П. И.*

Глобальная экономика заинтересована в эффективной работе транспортных систем. В условиях конкуренции ключевыми преимуществами являются высокий уровень гибкости предприятий, сокращение затрат в процессе взаимодействия, способность оказывать комплекс качественных услуг, безопасность и точность поставок. На данном этапе развития управление цепями поставок (SCM) является важным фактором успешного функционирования.

Основные препятствия интеграции в цепях поставок В Республике Беларусь рассмотрим на примере СОАП «АТЭП-5».

Одним из основных барьеров внутренней интеграции является линейная организационная структура управления, которая не позволяет предприятию быстро реагировать на изменения внешней среды. Среди факторов-препятствий выделяется текущий метод ценообразования компании, учитывающий отдельные затраты на каждый процесс, также является препятствием, так как для эффективной интеграции необходимо минимизировать общие логистические издержки.

Отсутствие филиалов в других странах является внешним драйвером-препятствием, так как в этом случае компания в основном развивается только на белорусском рынке, ограничиваясь определенным кругом заказчиков. Необходимо отметить, что к факторам-препятствиям внешней интеграции также относится нестабильная мировая экономическая ситуация, изменяющиеся курсы валют, что влияет на стоимость топлива, а также запасных частей.

Таким образом, вышеперечисленные барьеры непосредственно влияют на развитие предприятия и его конкурентоспособность.

## **ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ СИНХРОМОДАЛИЗМА В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ**

Студентка гр. 101041-21 **Ропот Н. В.**

*Научный руководитель – канд. тех. наук., доц. Пильгун Т. В.*

Внедрение синхромодальных перевозок отвечает многим направлениям Стратегии инновационного развития транспортного комплекса Республики Беларусь до 2030. Однако недостаточная интеграция видов транспорта; отсутствие единой информационной платформы; тарификация на железнодорожном транспорте с повышающим коэффициентом, более высоким, чем у зарубежных перевозчиков; недостаточное количество транспортно-логистических центров – все это отдаляет внедрение синхромодальных перевозок.

За последние несколько лет направления импортных и экспортных транспортных потоков Беларуси сместились в сторону Востока. И если раньше перспективным решением в развитии транспортного бизнеса витала идея по формированию на территории Беларуси мультимодального транзитного транспортно-логистического хаба евразийского континента, то сейчас эта идея не является актуальной. Беларусь уже не находится «в центре» транзитных международных транспортных потоков, а становится в большей степени тупиковым транспортным кластером ЕАЭС. Вместе с тем, опираясь на сущность синхромодализма в цепях поставок, которая инновационна и обеспечивает гибкость в управлении поставками, данная концепция перспективна для белорусских транспортных экспедиторов в условиях интеграции с мультимодальными транспортно-логистическими хабами России. Это обосновано еще и тем, что практически все международные перевозки из Беларуси осуществляются через территорию Российской Федерации.

## **ТОРГОВО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ОТНОШЕНИЯ ТУРЦИИ И РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ**

Студ. гр. 101031-21 **Родько Д. Д., Филлота Е. Н.**

*Научный руководитель – канд. экон. наук, доц. Ланковская П. И.*

Формирование экономических связей между Турцией и Республикой Беларусь стало возможным после установления дипломатических отношений 25 марта 1992 г., а также после заключения соглашения между двумя странами о торговом и экономическом сотрудничестве, вступившее в силу 1 декабря 1993 г.

По данным БЕЛТА спрос на грузоперевозки вырос на маршруте Беларусь – Турция – в 5 раз. По информации министра сельского и лесного хозяйства Турции Ибрагима Юмаклы за девять месяцев текущего года взаимный товарооборот уже достиг отметки в 1,6 миллиардов долларов.

С 1 января 2023 года белорусским перевозчикам не требуются разрешения на грузовые перевозки между Беларусью и Турцией, а также на транзит по территории Турции. Упрощенный режим транспортного сообщения между двумя странами пока действует как эксперимент.

Основные позиции белорусского экспорта: краски и красители на водной основе, продукты питания, строительные материалы, технические ткани, калийные удобрения. Основные позиции турецкого импорта: одежда и обувь, медицинское оборудование, продукты и специи.

Для экономики Республики Беларусь, имеющей очень много общего с экономикой Турецкой Республики, особенно полезен опыт в сфере государственно-частного партнерства во внешнеэкономической деятельности, который за последние 10 лет внес значительный вклад в расширение географии и диверсификации турецкого экспорта.

## СТРАХОВАНИЕ ГРУЗОВ КАК ИНСТРУМЕНТ ЗАЩИТЫ ПЕРЕВОЗЧИКОВ

Студ. гр. 101031-21 Грейнер Д. А., Кравченко К. М.

*Научный руководитель – канд. экон. наук, доц. Мойсак О. И.*

Во время транспортировки груза для организации-перевозчика не всегда является возможным защитить его от потерь и порчи. Ежегодно этот процент колеблется от 0,5 до 2. Для подобных случаев применяется страхование грузов.

Страхование – метод, используемый для защиты стоимости товара от физического повреждения, кражи и порчи.

Основные проблемы страхования грузов:

- недостаток квалифицированного персонала;
- «узкие места» в законодательстве;
- недоверие сторон друг к другу.

Груз, согласно законодательству Республики Беларусь, может быть застрахован по следующим вариантам и иметь ряд преимуществ, представленных в табл. 1.

Таблица 1 – Преимущества страхования

Виды страхования	Преимущества
«с ответственностью за все риски»	1) оперативность компенсации финансовых потерь; 2) сохранение репутации, за счет прозрачности процедуры возмещения убытков.
«с ответственностью за частную аварию»	
«без ответственности за повреждение кроме случаев крушения»	

Применение страхования грузов дает транспортным предприятиям возможность снижения затрат на 10–15 %, бесперебойной работы, защиты от рисков.

## ПЛАТФОРМИЗАЦИЯ В УПРАВЛЕНИИ ЦЕПЯМИ ПОСТАВОК

Студ. гр. 101041-21 **Зюлькова А. Н.**  
*Научный руководитель – асс. **Бегун А. В.***

Цифровые платформы представляют собой набор элементов, представляющих механизмы приема данных, машинного обучения, искусственного интеллекта, инструментов API, а также программного обеспечения для мониторинга соответствия нормативным требованиям.

Использование единой цифровой платформы позволяет объединить всех участников цепи поставок на одном цифровом пространстве, где они могут обмениваться информацией, координировать свои действия, а также отслеживать и контролировать все этапы процесса поставки товаров.

Выделяются различные типы цифровых платформ: инструментальные; инфраструктурные; прикладные.

Яркими представителями цифровых платформ являются:

- китайская логистическая платформа LOGINK;
- SAP Ariba;
- Oracle Supply Chain Management Cloud;
- IBM Sterling Supply Chain Suite;
- Microsoft Dynamics 365 Supply Chain Management;
- Alibaba.com.

Это лишь небольшой список цифровых платформ, которые используются в мире для построения и управления цепями поставок. Общим для всех этих платформ является стремление к цифровой трансформации и оптимизации процессов управления цепями поставок с помощью инновационных технологий.

## ИНСТРУМЕНТЫ КОНТРОЛЯ МАТЕРИАЛЬНЫХ ЗАТРАТ НА АВТОТРАНСПОРТНОМ ПРЕДПРИЯТИИ

Студ. гр. 101041-21 Зюлькова А. Н.

Научный руководитель – канд. экон. наук, доц. *Мойсак О. И.*

Контроль и оптимизация расходов являются важным аспектом в управлении издержками автотранспортного предприятия (далее АТП), в т. ч. материальными. В структуре себестоимости АТП (рис. 1) материальные затраты занимают большой удельный вес (до 40 %).

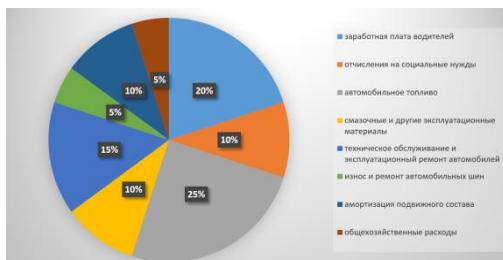


Рисунок 1 – Структура себестоимости АТП

На их увеличение оказывают влияние различные факторы, в том числе и непроизводственные: недобросовестная работа сотрудников, кража горюче-смазочных материалов. Хищение топлива зачастую приобретает массовый характер. Согласно статистическим данным только по причине кражи топлива экономические издержки АТП в целом увеличиваются на 5–10 %.

Для предотвращения кражи горюче-смазочных материалов АТП можно предложить следующие инструменты контроля: установка датчиков уровня топлива и инновационных спутниковых систем позиционирования и слежения за автотранспортом. По предварительным расчетам расходы на внедрение данных инструментов составят 19100 BYN, что окупится в течение 1,5–2 лет и улучшит финансовое состояние предприятия.

## ОСОБЕННОСТИ ТАМОЖЕННОГО ОФОРМЛЕНИЯ ГРУЗОВ ИЗ КИТАЯ

студентка гр. 101041-23 **Мазько Е. В.**

*Научный руководитель – ст. преп. Стефанович Н. В.*

Китай, являясь одной из крупнейших экономик мира, представляет широкие возможности для импорта товаров в Республику Беларусь. Перевозка осуществляется при помощи железной дороги, морского, авиа и автомобильного транспорта.

Первоначально составляется двуязычный контракт на импорт товара из Китая. Заполняется ряд документов для декларирования груза: описание товара, инвойс, коносаменты, СМР, транспортные накладные и прочая документация в зависимости от способа перевозки. Для оформления груза от переводчика требуется знание большого объема лексики китайского языка, включающей в себя термины Инкотермс.

При пересечении границы заполняется декларация и прикладывается пакет документов. Специалист, заполняющий декларацию, должен хорошо владеть кодами ТН ВЭД, быть в курсе последних изменений таможенного законодательства, и при необходимости быть способным напрямую общаться с представителями таможенных органов.

Для «китайской» документации характерно использование специальных терминов и словосложений, сосуществование полного и сокращенного варианта терминов, высокая доля заимствований из иностранных языков, дублирование одних и тех же конструкций в тексте, синонимия.

## **ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТЕЙ ВНЕДРЕНИЯ ДАШБОРДОВ В ЛОГИСТИКЕ**

Студ. гр. 1010042-22 **Денисевич М. В.**

*Научный руководитель – ст. преп. Стефанович Н. В.*

Графические данные обеспечивают визуальное представление сложной информации, облегчая ее понимание и анализ. В логистике, где показатели работы часто разбросаны, наглядное отображение помогает упростить и уточнить информацию, позволяя лицам, принимающим решения, выявлять закономерности, тенденции и идеи, которые могут быть не сразу очевидны.

Диаграммы, графики и карты, схематичные материалы дают возможность выявить «узкие» места и неэффективности в цепочке поставок, оптимизировать маршруты и сократить транспортные расходы, отслеживать уровень запасов и прогнозировать потенциальные дефициты, анализировать поведение и предпочтения клиентов. Иллюстративная запись может помочь в передаче сложной документации заинтересованным сторонам в ясной и лаконичной форме, содействии сотрудничеству и координации между членами команды, улучшении процесса принятия решений, точном описании логистических операций.

В работе рассмотрено использование такого графического элемента, как дашборд, его особенности, сферы применения, преимущества и проблемы при внедрении.

## ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ИНВЕСТИЦИОННОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ

Студ. гр. 101042-22 **Ежова А. К., Гапоник В. В.**

*Научный руководитель – докт. экон. наук, проф. Жудро М. К.*

Инвестиционная эффективность предполагает, прежде всего, оценку окупаемости вовлекаемых инвестиционных ресурсов в бизнесе. Для этих целей на практике рассчитывают следующие подсистемы показателей:

- рентабельности;
- ликвидности;
- стабильности экономической деятельности компании.

Обстоятельная оценка инвестиционной эффективности предприятия не может ограничиваться только анализом однонаправленности изменений значений приведенных выше систем показателей. Это обусловлено уникальной потенциальной идентичной направленностью только 2-х из 3-х инвестиционных целей.

Тем самым всегда существует возможность достижения только двух позитивных предельных значений

Поэтому с целью оценки смягчения возникновения конфликта в бизнесе можно рекомендовать проведение комплексной оценки инвестиционной конкурентоспособности предприятий на основе использования следующей формулы инвестиционной эффективности:

$$\text{Инвестиционная эффективность} = \text{Доходность} \times \text{Диверсификация} / \text{Риск}$$

Таким образом, можно заключить, что предлагаемый алгоритм учета доходности, диверсификации и риска, формула инвестиционной эффективности предоставляет инвесторам инструмент для принятия информированных решений о распределении своего капитала.

## **ЭФЕКТИВНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ГРУЗОВОГО ЭЛЕКТРОТРАНСПОРТА В ЛОГИСТИКЕ**

Студ. гр. 101042-22 **Войткун А. А., Чернухо П. А.**

*Научный руководитель – канд. экон. наук, доц. Антюшеня Д. М.*

Улучшение экологии является одной из первостепенных задач любого государства. Этим условиям соответствует использование электротранспорта.

Электромобиль – это транспортное средство, которое использует электрическую энергию для движения.

Использование грузового электромобиля позволяет снизить себестоимость перевозок. Снижение себестоимости приводит к снижению тарифа на транспортные услуги.

При этом 5.9.1 ПДД Республики Беларусь допускается движение электромобилей в полосе, предназначенной для движения маршрутных транспортных средств. Это сокращает время на доставку грузов в черте города, так как при движении электромобиля по данной полосе возможно отсутствие времени простоя в пробках.

Важным фактором, влияющим на развитие этого вида транспорта в Республике Беларусь, является более низкая стоимость электроэнергии по сравнению с традиционными видами топлива.

Однако, отсутствие развитой инфраструктуры зарядных станций является одним из основных факторов, сдерживающих использование электромобилей.

Таким образом, использование грузового электротранспорта обеспечивает сокращение издержек перевозок и, в конечном итоге, снижение транспортной составляющей в цене товара.

## **СОВРЕМЕННЫЕ ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ МЕЖДУНАРОДНЫХ ГРУЗОВЫХ ПЕРЕВОЗОК**

Студ. гр. 101031-21 **Букач Е. С.**

*Научный руководитель – ст. преп. Зиневич А. С.*

В настоящее время в области международных грузовых перевозок происходят существенные изменения. Возрастает роль интермодальных перевозок, цифровизации цепей поставок и экологической устойчивости в сфере транспортной логистики.

Основными проблемами развития международных перевозок в Беларуси являются инфраструктурные ограничения, таможенные барьеры, нехватка квалифицированных кадров.

Среди инфраструктурных ограничений можно выделить проблемы развития железнодорожной и транспортной сети. Модернизация железнодорожных путей и подвижного состава является важнейшим фактором для повышения эффективности грузоперевозок. Автомобильная инфраструктура нуждается в реконструкции и строительстве автомагистралей для надежного наземного сообщения.

Еще одной проблемой развития международных перевозок являются таможенные барьеры. Для решения данной проблемы можно внедрить современные цифровые технологии, которые позволят сократить время на проверку и оформление документов, тем самым уменьшат время простоя на границах.

Внедрение цифровых технологий в сферу международных перевозок обеспечит качественно новый шаг в ее развитии. Применение информационных систем управления перевозками и складами в значительной степени автоматизирует процесс доставки и сократит время простоев подвижного состава.

Решение проблем в области инфраструктуры, упрощение таможенных процедур и активное внедрение цифровых технологий станут ключевыми факторами для развития международных перевозок в Беларуси и повышения конкурентоспособности ее перевозчиков на мировом рынке.

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ШЕРИНГ-ЭКОНОМИКИ В ЛОГИСТИКЕ

Студ. гр. 101042-21 **Муравейко Д. Д., Ковальчук С. А.**  
*Научный руководитель – ст. преп. Стефанович Н. В.*

«Шеринг-экономика» (от англ. «sharing economy») – экономическая модель, в рамках которой используются платформы и приложения для обмена или аренды материальных и прочих ресурсов (таких как жилье, автомобили, инструменты). Находит применение не только по отношению к недвижимости, транспорту и услугам, но также и в сфере логистики при использовании многооборотной тары (паллет-пуллинг).

Пуллинг поддонов позволяет применять тару, пока она необходима клиенту (размещать товары, делать отправки). После отправки паллеты к месту назначения все операции с ней возлагаются на компанию-владельца. Она транспортирует их в сервисные центры из заранее оговорённых с клиентом мест, при необходимости производит ремонт, после чего паллеты, готовые к повторному использованию, снова возвращаются в оборотный цикл.

Паллет-пуллинг имеет свою специфику. Для понимания эффективности данной модели необходимо проведение соответствующих расчетов. Экономия при пуллинге возможна за счет уменьшения расходов: ремонт, инспектирование, хранение, содержание партий на складах.

Снижение расходов на использование паллет по системе паллет-пуллинга по сравнению с традиционным использованием собственных поддонов может достигать 17–30 %. Целесообразность перехода на выбранную систему для каждой компании несет индивидуальный характер, так же, как и итоговая стоимость услуги.

## **ОРГАНИЗАЦИЯ И ПЛАНИРОВАНИЕ ПРОИЗВОДСТВА НА ПРЕДПРИЯТИЯХ**

Студ. гр. 101041-22 Ласкунов С. С.

*Научный руководитель – ст. преп. Осипова Ю. А.*

Организация производства включает в себя определение структуры производственного процесса, разработку логистики производства, планирование рабочего времени, выделение рабочих мест и обеспечение необходимым оборудованием. Важно учитывать все эти аспекты для того, чтобы предприятие могло эффективно функционировать и достигать поставленных целей.

Планирование производства включает в себя определение потребностей в ресурсах (материалах, оборудовании, трудовых ресурсах), разработку производственного графика, учет производственных мощностей и организацию цепочки поставок. Качественное планирование помогает предприятию оптимизировать производственные процессы, сократить издержки и увеличить прибыльность.

Одним из ключевых инструментов в организации и планировании производства является применение информационных технологий и цифровых систем управления производством. Это позволяет автоматизировать многие процессы, повысить прозрачность и эффективность управления, улучшить прогнозирование и минимизировать риски.

В заключение, организация и планирование производства на предприятиях являются ключевыми элементами успешного бизнеса. Правильно организованное производство и грамотное планирование позволяют повысить эффективность работы предприятия, улучшить качество продукции и конкурентоспособность на рынке.

## МАТЕМАТИЧЕСКИЕ ИНСТРУМЕНТЫ В ЭКОНОМИКЕ

Студ. гр. 101041-22 Ласкунов С. С.

*Научный руководитель – ст. преп. Осипова Ю. А.*

Математика играет значительную роль в современной экономической науке и практике, обеспечивая аналитический подход к принятию решений, моделированию экономических процессов и оптимизации бизнес-процессов.

Одним из основных аспектов, где математика находит широкое применение в экономике, является математическое моделирование. Экономические модели позволяют анализировать и прогнозировать различные аспекты экономики, такие как спрос, предложение, цены, доходы, инфляция и многое другое. С их помощью можно проводить экономические исследования, оптимизировать бизнес-процессы, принимать стратегические решения.

Одним из важных инструментов математического моделирования является линейное программирование. С его помощью можно оптимизировать распределение ресурсов, планировать производственные процессы, управлять запасами и многое другое. Линейное программирование позволяет находить оптимальные решения в условиях ограничений, что является важным для эффективного управления экономической деятельностью.

Другим важным математическим инструментом в экономике является статистика. С помощью статистических методов можно анализировать данные, выявлять закономерности, делать прогнозы и принимать обоснованные решения.

Таким образом, математические инструменты играют важную роль в современной экономике, обеспечивая аналитический подход к принятию решений, оптимизации процессов и достижению бизнес-целей.

## **РОЛЬ ЦИФРОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ТРАНСФОРМАЦИИ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПРОЦЕССОВ**

Студ. гр. 101041-22 Ласкунов С. С.

*Научный руководитель – ст. преп. Осипова Ю. А.*

Цифровизация производства – это не просто тренд современности, это необходимость, обусловленная стремительными изменениями в мировой экономике. Внедрение цифровых технологий в производственные процессы обеспечивает повышение эффективности, снижение издержек, увеличение качества выпускаемой продукции.

Одним из ключевых элементов цифровой трансформации является концепция "Индустрия 4.0", которая предполагает внедрение таких инновационных технологий, как интернет вещей, облачные вычисления, искусственный интеллект, большие данные, виртуальная и дополненная реальность, роботизация и автоматизация процессов.

Применение цифровых технологий в производстве позволяет автоматизировать многие операции, улучшить контроль качества продукции, оптимизировать производственные процессы, сократить время на доставку продукции к потребителю, разработать новые модели бизнеса и увеличить гибкость производства.

Однако следует помнить, что успешная цифровая трансформация производства требует не только внедрения технологий, но и изменения корпоративной культуры, обучения персонала, разработки новых бизнес-моделей. Важно обратить внимание на безопасность данных, защиту от кибератак и этические аспекты использования новых технологий.

Таким образом, цифровые технологии имеют огромный потенциал для трансформации производственных процессов, повышения конкурентоспособности предприятий и создания новых возможностей для развития бизнеса.

## **ВЫЗОВЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ ИННОВАЦИОННЫХ ПОДХОДОВ К УПРАВЛЕНИЮ ЦЕПЯМИ ПОСТАВОК**

Студ. гр. 1010042-23 **Пармоник В. В.**

*Научный руководитель – ст. преп. Осипова Ю. А.*

В современной белорусской экономике управление цепями поставок становится все более важным фактором для обеспечения конкурентоспособности компаний. Инновационные подходы к управлению цепями поставок являются ключевыми инструментами для оптимизации процессов, снижения издержек и повышения эффективности.

Одним из основных вызовов, с которыми сталкиваются белорусские компании, является необходимость адаптации к изменяющимся рыночным условиям и технологическим инновациям. Внедрение цифровых технологий (системы управления складом, трекинга грузов, аналитика данных, автоматизация процессов) играет важную роль в оптимизации цепей поставок. Помимо технологических аспектов, инновационные подходы к управлению цепями поставок включают в себя стратегическое партнерство с поставщиками и заказчиками. Взаимодействие с партнерами по цепи поставок на новом уровне помогает улучшить гибкость и реагирование на изменения спроса, что особенно важно в условиях быстро меняющейся экономической среды.

Белорусские компании сталкиваются с необходимостью учета экологических и социальных аспектов в управлении цепями поставок. Инновационные подходы включают развитие экологически устойчивых практик, применение упаковочных материалов с низким воздействием на окружающую среду и мониторинг условий труда на предприятиях-поставщиках.

Инновационные подходы к управлению цепями поставок в белорусской экономике представляют собой ключевой фактор для обеспечения конкурентоспособности компаний и в создании эффективных и устойчивых цепей поставок.

## **ПОВЫШЕНИЕ КАЧЕСТВА ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ УЧАСТНИКОВ ЛОГИСТИЧЕСКОЙ ЦЕПИ**

Студ. гр. 101041-22 **Павлик В. В.**

*Научный руководитель – ст. преп. Стефанович Н. В.*

Эффективные логистические системы должны быть основаны на том, что время в производстве является основным фактором работы цепи поставок, которые в современных условиях строятся на рациональном его использовании, оптимизации, сокращении, экономии и синхронизации, применении различных схем и моделей диспетчеризации.

При взаимодействии участников логистической цепи на временные ресурсы будет влиять скорость передачи информации и эффективность ее использования. Часто логистическую систему разделяют на цепь снабжения – между поставщиками сырья и производителями, цепь производства – связывает склады ресурсов и склады готовой продукции, цепь распределения – связывает производителя готовой продукции и потребителя. Переход информации от каждого звена цепи является совокупностью циркулирующих в логистической системе сообщений, необходимых для управления, анализа и контроля фактически любой операции.

Задача взаимодействия множественности поставщиков и потребителей информации, сложность формализации маршрутов движения груза и документации может быть решена путем использования систем синхронизации и интеграции. Координация всех логистических потоков предусматривает деятельность по упорядочению во времени и в пространстве поставок необходимого количества и качества. При этом управление материальными и другими потоками происходит по принципу генерации не только процессов, но и в конечном итоге генераторов и исполнителей таких процессов.

## ВОЗМОЖНОСТИ ПЕРЕОРИЕНТАЦИИ ГРУЗОПОТОКОВ

Студ. гр. 101041-22 **Павлик В. В.**

*Научный руководитель – ст. преп. Стефанович Н. В.*

В транспортно-логистической отрасли происходят изменения. Чтобы оставаться конкурентоспособными, логистические компании адаптируются к новым условиям, пользуются новыми инструментами, пересматривая направления грузоперевозок и их переориентацию на Российскую Федерацию (далее РФ). Положительные моменты:

– развитие торговли: РФ является стратегическим торговым партнёром для РБ и является основным покупателем белорусской продукции;

– союзное государство: нахождение РБ и РФ в составе ЕАЭС предопределили преференциальные условия перевозки товаров в рамках пространства. РФ является транзитной платформой для перевозки белорусской продукции в другие страны;

– инфраструктура: в РБ и РФ создаются совместные производства, торговые дома, позволяющие выстраивать выгодные логистические цепочки от производителя до конечного потребителя, используя развитую инфраструктуру для грузоперевозок, включая порты, железные дороги и автомобильные дороги.

При переориентации грузопотоков на РФ следует учитывать некоторые аспекты, такие как политическая стабильность, таможенные правила и транспортные расходы. Принятие правильных решений в этой области может помочь компаниям улучшить эффективность и конкурентоспособность своих грузоперевозок.

## **ABC-XYZ-АНАЛИЗ В MS EXCEL**

Студ. гр. 101041-22 **Павлик В. В.**

*Научный руководитель – ст. преп. Стефанович Н. В.*

Для оптимизации работы логистики запасов и складирования и простоты понятия информации, полученной при расчёте ABC-XYZ-анализа, целесообразнее использовать новые типы диаграмм MS Excel.

ABC-XYZ-анализ объединяет два метода: ABC и XYZ и позволяет оценить стабильность спроса на выбранные позиции, понять, насколько сильно на продажи влияют внешние факторы.

В результате можно получить запасы по степени их важности и уровню обслуживания: AX-AZ, BX-BZ, CX-CZ.

Наиболее эффективным средством в MS Excel для предоставления полной информации по запасам будет диаграмма Парето. Она содержит как столбцы, отсортированные в порядке убывания, так и строку, представляющую совокупный общий процент. При этом выделяются самые большие факторы в наборе данных и считаются одним из семи основных средств контроля качества.

Диаграмма Парето покажет, какие категории товаров или клиентов приносят большую долю прибыли или объема продаж, и поможет выделить приоритетные направления для управленческих решений. Высокий процент выручки, который приносят категории А и X, может быть использован для оптимизации продаж и улучшения эффективности работы компании.

**ГОСУДАРСТВЕННАЯ ПОДДЕРЖКА МАЛОГО БИЗНЕСА  
В БЕЛАРУСИ НА ПРИМЕРЕ МОЛОДЕЖНОГО БИЗНЕС-  
ИНКУБАТОРА КУП «МОЛОДЕЖНАЯ СОЦИАЛЬНАЯ  
СЛУЖБА»: РЕСУРСЫ И ВОЗМОЖНОСТИ ДЛЯ  
ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРЕДПРИНИМАТЕЛЯ.  
КЕЙС Q1/2024.**

STATE SUPPORT OF SMALL BUSINESSES IN BELARUS  
ON THE EXAMPLE OF THE YOUTH BUSINESS INCUBATOR  
OF THE UP «YOUTH SOCIAL SERVICE»: RESOURCES  
AND OPPORTUNITIES FOR TECHNOLOGICAL ENTREPRENEUR.  
CASE Q1/2024.

**Разганов А. Ю.**, маг., **Шабeka В. Л.**, канд. экон. наук., доц.,  
Белорусский национальный технический университет,  
г. Минск, Беларусь  
A. Razganov, U. Shabeka Ph. D. in Econ., Ass. Prof.,  
Belarusian National Technical University, Minsk, Belarus

*Рассмотрена роль государственной поддержки малого бизнеса в Беларуси на примере молодежного бизнес-инкубатора КУП «Молодежная социальная служба». Проведен анализ кейса Q1/2024, представляющего собой успешную историю технологического стартапа, получившего поддержку от инкубатора. В статье выявляются основные ресурсы и возможности, предоставленные инкубатором для технологических предпринимателей, а также анализируются перспективы развития молодежного предпринимательства в Беларуси.*

*The role of state support for small businesses in Belarus is considered using the example of the youth business incubator of the Municipal Enterprise "Youth Social Service". An analysis was carried out of the Q1/2024 case, which is a successful story of a technology startup that received support from an incubator. The article identifies the main resources and opportunities provided by the incubator for technology entrepreneurs, and also analyzes the prospects for the development of youth entrepreneurship in Belarus.*

**Ключевые слова:** государственная поддержка малого бизнеса, бизнес-инкубатор, технологическое предпринимательство.

**Keywords:** government support for small businesses, business incubator, technological entrepreneurship.

## АКТУАЛЬНОСТЬ ВОПРОСА

Малый бизнес играет важную роль в экономическом развитии любой страны, способствуя инновациям, росту занятости и повышению конкурентоспособности. В Беларуси государство активно поддерживает молодых предпринимателей через различные программы и инициативы. Одним из таких инструментов поддержки является молодежный бизнес-инкубатор «Молодежная социальная служба», который предоставляет широкий спектр услуг для развития молодежных стартапов. В современном мире развития технологий и инноваций молодые предприниматели играют ключевую роль в экономическом развитии. В Беларуси огромное внимание уделяется стимулированию и поддержке молодых предпринимателей через различные программы и инкубаторы. В данной статье мы рассмотрим пример такой инициативы – Молодежную Социальную Службу (МССС) и ее подход к поддержке технологического предпринимательства, на примере кейса за первый квартал 2024 года.

## СОДЕРЖАНИЕ РАСКРЫВАЕМОГО ВОПРОСА

*Обзор Молодежной Социальной Службы.*

Молодежная Социальная Служба (МССС) в Беларуси является одним из ключевых игроков в области поддержки молодежного предпринимательства. Основной целью МССС является создание условий для развития творческого потенциала молодежи и поддержка их инициатив в сфере предпринимательства. Одной из важных программ МССС является Молодежный Бизнес-Инкубатор. Целью создания молодежной социальной службы является поддержка и развитие стартапов на начальной фазе их разработки [1].

*Молодежный Бизнес-Инкубатор.*

Молодежный Бизнес-Инкубатор (МБИ) – это платформа, созданная МССС, с целью поддержки молодых предпринимателей в запуске и развитии своих стартапов. Осуществляет деятельность инку-

батор малого бизнеса с 1992 года и занимается поддержкой предпринимательства. Бизнес-инкубатор создавался с целью оказывать помощь и поддержку начинающим предпринимателям малого бизнеса, у которых срок регистрации менее трех лет. Поддержка оказывается путем создания организационных и экономических условий, которые оптимальны для совершенствования и развития малого бизнеса [2].

Основными задачами МБИ являются:

- предоставление инфраструктуры: МБИ обеспечивает молодых предпринимателей необходимыми рабочими пространствами, оборудованием и доступом к ресурсам для развития их бизнеса;

- обучение и консультации: МБИ организует обучающие программы, мастер-классы и консультации по различным аспектам предпринимательской деятельности, включая разработку бизнес-планов, маркетинг, финансы и управление проектами;

- сетевое взаимодействие: МБИ создает условия для обмена опытом и установления деловых контактов между молодыми предпринимателями, инвесторами и экспертами в различных областях.

*Кейс Q1/2024.*

В кейсе Q1/2024, например, представлен проект белорусского электромотоцикла, представленный молодыми специалистами предприятия ОАО «Приборостроительный завод Оптрон». Авторы подали заявку на участие в конкурсе республиканского молодежного проекта «100 идей для Беларуси», проводимого молодежной социальной службой и заняли призовые места в номинации «Лучшая бизнес-идея». Авторы получили грант на реализацию и развитие проекта. Так же в рамках этого же конкурса грант получила учащаяся УО «Краснопольская районная государственная гимназия» с предложением реализации продукции собственного производства, а именно десерта «Краснопольские парЕнки». Еще одно место заняли студенты Белорусского национального технического университета и Белорусского государственного университета с проектом «CartON». Проект представляет собой услугу по доставке товаров из магазина до дома. Предлагается оснащать тележки GPS метками и планируется разработка приложения на подобии приложения по прокату электросамокатов. Ребята получили поддержку на развитие своего проекта [1].

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Молодежный бизнес-инкубатор «Молодежная социальная служба» играет важную роль в развитии технологических стартапов в Беларуси, предоставляя им необходимые ресурсы и возможности для успешного развития. Государственная поддержка малого бизнеса через подобные инкубаторы способствует инновационному развитию экономики и повышению конкурентоспособности страны. Молодежная Социальная Служба в Беларуси, через свой Молодежный Бизнес-Инкубатор, предоставляет ценные ресурсы и поддержку молодым предпринимателям, способствуя развитию инновационных проектов и стимулируя экономический рост страны. Пример успеха «CartON» демонстрирует эффективность таких инициатив и их положительное влияние на молодежное предпринимательство в Беларуси.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Инкубатор малого предпринимательства. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.mcc.by/>. – Дата доступа: 23.04.2024
2. Республиканская конфедерация предпринимательства. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://rce.by/members/molodej.php>. – Дата доступа: 23.04.2024

Представлено 30.04.2024

**СУБЪЕКТЫ ИННОВАЦИОННОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ  
РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ. РЕСПУБЛИКАНСКАЯ  
НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ БИБЛИОТЕКА: ПРОВЕРКА  
ПАТЕНТНОЙ ЧИСТОТЫ ИДЕИ, ЭКСПЕРТИЗА ПРОДУКТА  
И/ИЛИ ТЕХНОЛОГИИ НА ПАТЕНТНУЮ ЧИСТОТУ,  
УСЛУГА «ПАТЕНТНЫЙ ПОИСК» И ИНЫЕ РЕСУРСЫ ДЛЯ  
НУЖД ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРЕДПРИНИМАТЕЛЬСТВА.  
КЕЙС Q2/2024**

SUBJECTS OF INNOVATION INFRASTRUCTURE  
OF THE BELARUS. REPUBLICAN SCIENTIFIC  
AND TECHNICAL LIBRARY: PATENT CHECK  
PURITY OF IDEA, EXAMINATION OF PRODUCT AND/OR  
TECHNOLOGY FOR PATENT PURITY, PATENT SEARCH  
SERVICE AND OTHER RESOURCES FOR THE NEEDS  
OF TECHNOLOGICAL ENTREPRENEURSHIP. CASE Q2/2024

**Чжу Фаньюй**, маг., **Шабeka В. Л.**, канд. экон. наук., доц.,  
Белорусский национальный технический университет,  
г. Минск, Беларусь  
Zhu Fanyu, U. Shabeka Ph. D. in Econ., Ass. Prof.,  
Belarusian National Technical University, Minsk, Belarus

*Рассмотрены актуальные для технологического предпринимателя услуги белорусской Республиканской научно-технической библиотеки.*

*The services of the Belarusian Republican Scientific and Technical Library that are relevant for a technology entrepreneur are considered*

**Ключевые слова:** РНТБ; возможности; услуги.

**Keywords:** RSTB; possibilities; services.

**АКТУАЛЬНОСТЬ ВОПРОСА**

Научно-техническая библиотека Республики Беларусь является хранилищем всех видов белорусских и зарубежных документов по

научным исследованиям, в том числе патентов, технических регламентов и других документов в области стандартизации, а также промышленных каталогов. Он также предлагает различные возможности и услуги для технологических предпринимателей.

## СОДЕРЖАНИЕ РАСКРЫВАЕМОГО ВОПРОСА

### *Историческая справка*

Республиканская научно-техническая библиотека (РНТБ) создана в 1977 г. Основными целями её создания являются: дальнейшее совершенствование системы НТИ, усиление справочно-библиографического и информационного обслуживания предприятий, научно-исследовательских институтов и конструкторских подразделений, учебных, инженерно-технических кадров, рационализаторов производства, повышение методического уровня управления технической библиотечной сетью республики [1].

### *Оказываемые услуги.*

Белорусская научно-техническая библиотека оказывает широкий спектр услуг: справочно-библиографические, информационное и библиотечное обслуживание специалистов в области науки, техники и производства (министерства, промышленные предприятия, научно-исследовательские организации, а также изобретатели, рационализаторы, инженеры, квалифицированные рабочие, сотрудники патентных служб, специалисты по стандартизации), службы метрологии и сертификация, преподаватели и аспиранты технических вузов.

Информационные ресурсы РНТБ по международной и отечественной технике, технологиям, промышленной экономике и смежным отраслям предоставляются в своём большинстве бесплатно.

В РНТБ создан наиболее полный в республике фонд отечественной и зарубежной литературы; патентный фонд, унифицированных нормативных документов и отраслевой справочный фонд в области техники, технологии, промышленного хозяйства и смежных областях; создана база данных текущих разработок в области машиностроения, технологий, экономики промышленности и смежных отраслей.

Поддерживаются справочно-библиографические оборудование, созданы электронные каталоги (в том числе комплексные) научной

литературы и документов, обеспечивается удаленный доступ и доступ в Интернет.

Пользователи обеспечиваются документами из коллекции РНТБ для работы в читальном зале посредством Межбиблиотечного абонемента, а также копиями документов на традиционных и электронных носителях [1].

#### *Возможности РНТБ для технологических предпринимателей.*

Белорусская научно-техническая библиотека открывает множество возможностей для технологических предпринимателей. Есть доступ к патентам, которые разработаны и поданным на текущий момент заявкам. Здесь можете увидеть и понять их полезность для уже созданного бизнеса, узнать и изучить их в деталях, а также произвести прогноз по их коммерциализации. Белорусская научно-техническая библиотека поддерживает инновационную деятельность и обеспечивает организационную, техническую и методическую поддержку научных исследований и разработок. В то же время здесь можно участвовать в виртуальных специальных выставках, а проекты, соответствующие профилю библиотеки, могут получить возможность для рекламы и продвижения на платной основе [2].

Учитывая нынешнюю важность стратегий устойчивого развития, Белорусская научно-техническая библиотека создала отечественные и зарубежные информационные фонды устойчивого развития, чтобы лучше обслуживать потребности общества в целом и технологических предпринимателей, учёных и исследователей в частности. По вопросам устойчивого развития здесь получать самые полезные и точные новости. Предприниматели могут определить направление развития на пути устойчивого развития своего бизнеса на основе точной информации, которая сыграет жизненно важную роль в коммерциализации научных разработок [1–2].

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Республиканская научно-техническая библиотека предоставляет технологическим предпринимателям, ученым исследователям новейшие знания, которые они могут непосредственно здесь непосредственно получить и применять их в своих направлениях бизнеса. РНТБ является важным элементом инновационной инфраструктуры Республики Беларусь.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Белорусская Республиканская научно-техническая библиотека [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.rlst.by/>. – Дата доступа: 22.02.2024

2. Республиканская научно-техническая библиотека/ официальная группа в социальной сети ВКонтакте [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [https://vk.com/rlst\\_org\\_by](https://vk.com/rlst_org_by). – Дата доступа: 23.04.2024  
Представлено 24.04.2024

УДК 330;322;65

**СУБЪЕКТЫ ИННОВАЦИОННОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ  
РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ. БЕЛОРУСКИЙ «ПАРК  
ВЫСОКИХ ТЕХНОЛОГИЙ»: УСЛОВИЯ И ПОРЯДОК  
ПОЛУЧЕНИЯ РЕЗИДЕНТСТВА; РЕСУРСЫ И ЛЬГОТЫ;  
СТРУКТУРИРОВАНИЕ СДЕЛОК ПО АНГЛИЙСКОМУ  
ПРАВУ. КЕЙС Q2/2024**

SUBJECTS OF INNOVATION INFRASTRUCTURE OF THE  
BELARUS. BELARUSIAN “HIGH TECHNOLOGY PARK”:  
CONDITIONS AND PROCEDURE FOR OBTAINING RESIDENCE;  
RESOURCES AND BENEFITS;  
STRUCTURING TRANSACTIONS UNDER ENGLISH LAW.  
CASE Q2/2024

**Чжу Фаньюй**, маг., **Шабeka В. Л.**, канд. экон. наук., доц.,  
Белорусский национальный технический университет,  
г. Минск, Беларусь  
Zhu Fanyu, U. Shabeka Ph. D. in Econ., Ass. Prof.,  
Belarusian National Technical University, Minsk, Belarus

*Белорусский парк высоких технологий – это научно-технический инновационный парк, расположенный в Минске, столице Беларуси, который оказывает поддержку информационным технологиям и инновационной отрасли Беларуси, а также способствует повышению конкурентоспособности страны в области науки и технологий.*

*The Belarusian Hi-Tech Park is a science and technology innovation park located in Minsk, the capital of Belarus, that provides support to the information technology and innovation industry of Belarus, and contributes to increasing the country's competitiveness in the field of science and technology.*

**Ключевые слова:** *Парк высоких технологий Беларуси, возможности развития, как присоединиться.*

**Keywords:** *Belarus High Technology Park, development opportunities, how to join.*

## АКТУАЛЬНОСТЬ ВОПРОСА

Белорусским парком высоких технологий привлечено более 600 компаний, создано более 60 тыс. рабочих мест, объем продаж на внутреннем рынке достигает 1,3+ млрд. белорусских рублей, объем внешней торговли составил 2,4+ млрд. долларов США, что составляет порядка 55 % объема внешней торговли страны и порядка 4 % внутреннего ВВП. Показатели свидетельствуют об эффективности функционирования и важности субъекта для инновационного развития страны.

## СОДЕРЖАНИЕ РАСКРЫВАЕМОГО ВОПРОСА

### *Создание парка.*

С момента своего создания в 2005 году Белорусский парк высоких технологий (далее ПВТ) стремился привлечь отечественные и зарубежные высокотехнологичные и инновационные предприятия к обустройству и содействию технологическим инновациям, передаче технологий и экономическому развитию. Кроме того, парк предоставляет следующий ряд льгот и меры поддержки для привлечения компаний, предпринимателей к ведению бизнеса в статусе его резидента:

1. Политическая поддержка. Правительство Беларуси предоставило ряд преференциальных мер и законодательных рамок для парков высоких технологий. Эта политика включает налоговые льготы, упрощение валютного контроля, защиту интеллектуальной собственности и особый режим для сотрудников высокотехнологичных компаний.

2. Строительство инфраструктуры. В целях обеспечения хорошей инновационной среды создана инфраструктура белорусского Парка высоких технологий. Эти объекты включают современные офисные здания, лаборатории, центры обработки данных, конференц-центры и т. д. для удовлетворения потребностей предприятий.

3. Обучение талантов. Чтобы поддержать развитие научных и технологических парков, администрация ПВТ стремится развивать научные и технологические таланты сотрудников резидентов. Правительство сотрудничает с образовательными учреждениями, предоставляя соответствующие программы образования и обучения для удовлетворения потребностей технологических компаний в профессиональных талантах.

4. Размещение и инкубация предприятий. Агентство по управлению парками предоставляет инкубационные услуги для зарегистрированных предприятий, включая юридические консультации, маркетинг, управление проектами и другую поддержку для масштабирования.

5. Международное сотрудничество. ПВТ активно сотрудничает с международными научно-техническими организациями и предприятиями в целях содействия технологическому обмену и инновационному сотрудничеству [1].

#### *Выгоды резидентов ПВТ.*

Чтобы ПВТ мог лучше способствовать экономическому развитию и технологическим инновациям, у резидентов ПВТ расширены права: принцип экстерриториальности; резиденты ПВТ смогут использовать систему, ставшую международным стандартом; иметь расширенный список экономических видов деятельности; резиденты ПВТ смогут использовать цифровые системы Обмен электронной и иной информацией и проведение внешнеэкономических операций с иностранными контрагентами; иностранные контрагенты ПВТ не имеют права подписывать основные бухгалтерские документы; законодательство о порядке проведения и контроля внешнеэкономических операций не распространяется на внешнеэкономические операции резидентов ПВТ; резиденты ПВТ не требуется получение специальных лицензий, связанных с трудоустройством иностранцев. Иностранные сотрудники компаний-резидентов могут получить временный вид на жительство в упрощенном порядке; комплексный юридический надзор позволяет резидентам ПВТ использовать криптовалютные

биржи, услуги по обмену криптовалют, а также привлекать финансирование через ICO и TSO; льготная политика в налогообложении, например, 0 % НДС; 0 % налог на прибыль; 0 % – оффшорный налог; 0 % – ввозная пошлина на техническое оборудование; 0 % – налог на доходы иностранных организаций, в том числе при продаже принадлежащих им долей (долей) в компаниях-резидентах ПВТ; 0 % – НДС и прибыль налог на майнинг, покупку/продажу и обмен криптовалют и другие операции с токенами; 0 % налог на имущество; 0% земельный налог и многое другое [2].

#### *Порядок получения резидентства*

При вступлении в ПВТ, необходимо выполнение следующих условий:

1. Хорошая ориентация в законодательстве о ПВТ. Потребуется аккуратное изучение Указа Президента Республики Беларусь от 22 сентября 2005 г. № 12 «О парках высоких технологий» (в редакции Указа № 8) и Указ Президента Республики Беларусь от апреля 2005 г. № 12. № 102 от декабря 2023 года «О развитии парков высоких технологий». Особое внимание следует уделить п. 3 Положения о ПВТ, который определяет виды деятельности, которыми могут заниматься резиденты ПВТ.

2. Подготовка бизнес-проекта. Подготовка коммерческих проектов по утвержденным формам (Постановление Совета Министров № 403 от 27 марта 2006 г.). Кроме того, при подготовке коммерческого проекта необходимо следовать методическим рекомендациям по подготовке регистрационных документов резидента ПВТ.

Предложение, разработанное секретариатом наблюдательного совета ПВТ, позволяет заявителям самостоятельно (с помощью его сотрудников) подготовить бизнес-проект для регистрации в качестве резидента Парка высоких технологий (привлечение внешнего консультанта для подготовки коммерческого проекта никоим образом не повлияет на получение резидентства ПВТ).

3. Подача документов в Секретариат Наблюдательного совета ПВТ. Для регистрации в качестве резидента Парка высоких технологий необходимо предоставить в Секретариат Наблюдательного совета Парка высоких технологий следующие документы: 1) описание коммерческого проекта, предлагаемого к реализации в качестве резидентов ПВТ; 2) заявление, которое составляется по форме, утвержденной постановлением Совета Министров Республики Беларусь

от 27 марта 2006 года № 403; копия Устава (Учредительный договор – для хозяйственных организаций, действующих исключительно на основании Учредительного договора); 3) копия свидетельства о государственной регистрации юридического лица.

Требования к оформлению этих документов подробно описаны в «Рекомендациях ПВТ по оформлению документов, представляемых на регистрацию резидента».

Наблюдательным советом Парка высоких технологий установлены дополнительные требования к заявителям, планирующим осуществлять деятельность с использованием цифровых знаков (токенов).

4. Ожидание решения Наблюдательного совета. Секретариат Наблюдательного совета ПВТ рассматривает представленные документы и направляет на рассмотрение Наблюдательного совета заключение о целесообразности или нецелесообразности регистрации заявителя в качестве резидента Парка высоких технологий.

Учитывая важность и значимость представленного коммерческого проекта для развития сферы высоких технологий, Наблюдательный совет принимает решение о регистрации юридического лица (отказе в регистрации) в качестве предприятия-резидента парка высоких технологий. технологии.

#### *Ресурсы ПВТ.*

ПВТ находится по адресу 220084, Беларусь, Минск, ул. Купревича, 1/1 – на юго-востоке столицы Минска, что связывает ПВТ с транспортом Минска, обеспечивает хорошую доступность метро, к железнодорожному и воздушному транспорту, т. е. делает внутренние и международные коммуникации более удобными.

В то же время, ради человеческих ресурсов, ПВТ тесно сотрудничает с белорусским департаментом образования, обеспечивая ПВТ кадровым резервом и технической поддержкой. ПВТ также является особой экономической зоной в Беларуси, с более эффективной политикой и налоговыми льготами, а также обеспечивает возможность совершения сделок в соответствии с практикой английского права, что обеспечивает хорошие условия для развития предприятий [3].

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Подводя итог, можно сказать, что белорусский Парк высоких технологий с самого начала стремился создать экосистему, способствующую технологическим инновациям и развитию предпринимательства. Предоставляя различные ресурсы и поддержку, они надеются привлечь отечественные и зарубежные высокотехнологичные и инновационные предприятия к работе в парке и способствовать конкурентоспособности и экономическому развитию Беларуси в области науки и технологий. И его деятельность можно признать вполне успешной.

## ЛИТЕРАТУРА

1. ПВТ. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.park.by/http/about/>. – Дата доступа: 19.03.2024

2. Парк высоких технологий (ПВТ) / Преференциальные режимы инвестирования / Инвестиции / Официальный ресурс Министерства экономики Республики Беларусь [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://economy.gov.by/ru/pvt-ru/>. – Дата доступа: 23.04.2024

3. ПВТ начнет прием документов для регистрации резидентов с 3 января 2024 года / Технологии / БЕЛТА - Новости Беларуси [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.belta.by/tech/view/pvt-nachnet-priem-dokumentov-dlja-registratsii-rezidentov-s-3-janvarja-2024-goda-607795-2023/>. – Дата доступа: 23.04.2024

Представлено 24.04.2024

**СУБЪЕКТЫ ИННОВАЦИОННОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ  
РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ. БЕЛОРУССКИЙ  
РЕСПУБЛИКАНСКИЙ ФОНД ФУНДАМЕНТАЛЬНЫХ  
ИССЛЕДОВАНИЙ: РЕСПУБЛИКАНСКИЕ  
И МЕЖДУНАРОДНЫЕ (СОВМЕСТНЫЕ) КОНКУРСЫ  
БЕЗВОЗМЕЗДНЫХ ГРАНТОВ ДЛЯ ПРЯМОГО  
И КОСВЕННОГО ФИНАНСИРОВАНИЯ  
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРЕДПРИМАТЕЛЬСКИХ ПРОЕКТОВ  
(АНАЛИЗ УСЛОВИЙ И ПОРЯДКА УЧАСТИЯ  
В КОНКУРСАХ 2024/25 Г.Г.)**

SUBJECTS OF INNOVATION INFRASTRUCTURE  
OF THE BELARUS. BELARUSIAN REPUBLICAN FOUNDATION  
FOR BASIC RESEARCH: REPUBLICAN  
AND INTERNATIONAL (JOINT) COMPETITIONS OF FREE  
GRANTS FOR DIRECT AND INDIRECT FINANCING  
OF TECHNOLOGICAL ENTREPRENEURIAL PROJECTS  
(ANALYSIS OF THE CONDITIONS AND PROCEDURES  
FOR PARTICIPATION IN COMPETITIONS 2024/25)

**Чжу Фаньюй**, маг., **Шабека В. Л.**, канд. экон. наук., доц.,  
Белорусский национальный технический университет,  
г. Минск, Беларусь  
Zhu Fanyu, U. Shabeka Ph. D. in Econ., Ass. Prof.,  
Belarusian National Technical University, Minsk, Belarus

*Фонд фундаментальных исследований Республики Беларусь (далее - БРФФИ) осуществляет финансовую и организационную поддержку фундаментальных научных исследований, проводимых научными организациями и высшими учебными заведениями Республики Беларусь по приоритетным направлениям науки, науки и технологий.*

*The Foundation for Basic Research of the Belarus (hereinafter - BRFFR) provides financial and organizational support for fundamental scientific research conducted by scientific organizations*

*and higher educational institutions of the Belarus in priority areas of science, science and technology.*

**Ключевые слова:** *Фонд фундаментальных исследований Республики Беларусь, проекты, финансовая поддержка, международное, внутригосударственное сотрудничество.*

**Keywords:** *Foundation for Basic Research of the Belarus, projects, financial support, international and domestic cooperation.*

## АКТУАЛЬНОСТЬ ВОПРОСА

Фонд фундаментальных исследований Республики Беларусь создан в Минске постановлением Совета Министров Белорусской ССР от 8 мая 1991 года № 176 с целью финансирования научных организаций и высших учебных заведений в области естественных наук и технологии. Сейчас Фонд фундаментальных исследований Республики Беларусь предоставляет малые гранты отечественным и международным совместным проектам в области физики, математики и информатики, инженерии, химии и наук о Земле, медицинских и фармацевтических наук, сельскохозяйственных и биологических наук, социальных гуманитарных наук. Финансирование осуществляется путем участия в международных и отечественных научных конкурсах и должно соответствовать: степени отражения основных аспектов науки в плане деятельности; соответствует ли представленный запрос теме реализуемого проекта; получению финансовой поддержки из других источников финансирования.

При этом необходимо обратить внимание на количество участников конкурсного мероприятия, количество докладчиков из зарубежных стран, необходимость присутствия признанных научных школ в Республике Беларусь по тематике мероприятия, заинтересованность представителей реального сектора экономики и органов государственной власти в развитии конкретной научной деятельности, наличие степени охвата предлагаемым научным материалом основных аспектов знаний в соответствующей области, что соответствует приоритетным направлениям научных исследований в Республике Беларусь и мировым тенденциям развития науки.

## ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ.

### *Как принять участие.*

Для участия в этом конкурсе вам необходимо соответствовать нескольким составляющим:

1. Все виды грантовой поддержки предоставляются БРФФИ на конкурсной основе независимо от научной квалификации, должности или ведомственной принадлежности ученого к их организации;

2. Заявки на конкурс принимаются от ученых, проживающих в Республике Беларусь и работающих в организациях резидентах Республики Беларусь. При этом в число исполнителей проекта должен входить хотя бы один молодой ученый в возрасте до 35 лет.

3. Ученые в рамках определенного вида конкурса могут участвовать не более чем в одном проекте, при этом не допускается дублирование планируемой темы научно-исследовательской работы и проведение исследования, описанного в проекте, в рамках закрытой темы.

4. Заявки на конкурс подаются через систему АИС «БРФФИ».

5. Заявки, направленные на конкурс в опубликованный срок и строго в соответствии с установленными правилами, подлежат регистрации. Заявки, поданные с нарушением правил или после объявленного срока, не будут зарегистрированы и не будут допущены к участию в конкурсе.

### *Условия получения субсидии.*

Фонд фундаментальных исследований Республики Беларусь оказывает небольшую финансовую поддержку отечественной научной деятельности с субсидией на деятельность в размере 1000 BYN. Однако по решению Президиума Ученого комитета БРФФИ верхний предел суммы финансирования может быть увеличен до 2000 BYN. В проектах международного научно-технического сотрудничества Фонд фундаментальных исследований Республики Беларусь оказывает финансовую поддержку в размере не более 2000 BYN.

### *Анализ возможностей.*

Фондом фундаментальных исследований Республики Беларусь в 2023 году одобрен 191 проект отечественного сотрудничества, в 2024 году – 3 проекта сотрудничества с китайскими учеными, 13 проектов сотрудничества с вьетнамскими учеными [1, 2].

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Судя по текущему статусу одобрения проектов, небольшие объемы финансовой поддержки позволили исследовать и обсуждать больше научных и технологических проблем, но с точки зрения международных научных и технологических практик освоенного обмена проектов недостаточно. Необходимо усилить углубленный обмен с зарубежными учеными. В целом БРФФИ способствует научным исследованиям и технологическим инновационным технологическим проектам на самой сложной – ранней стадии самофинансирования технологического стартапа.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Фонд фундаментальных исследований Республики Беларусь [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.fond.basnet.by>. – Дата доступа: 15.02.2024.

2. Белорусский республиканский фонд фундаментальных исследований / Организации и фонды Беларуси, финансирующие МНТС / Международное сотрудничество / Национальный научно-технический портал Республики Беларусь [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://scienceportal.org.by/cooperation/finance/brffr/>. – Дата доступа: 23.04.2024.

Представлено 24.04.2024

**НАЦИОНАЛЬНЫЙ ЦЕНТР ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ  
СОБСТВЕННОСТИ: ИНСТРУМЕНТЫ ЗАЩИТЫ IP;  
«БИРЖА ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ»,  
ИНЫЕ РЕСУРСЫ И УСЛУГИ ДЛЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ  
ПРЕДПРИНИМАТЕЛЕЙ. КЕЙС Q1/2024**

NATIONAL INTELLECTUAL PROPERTY CENTER: IP  
PROTECTION TOOLS; “INTELLECTUAL PROPERTY  
EXCHANGE”, OTHER RESOURCES AND SERVICES FOR  
TECHNOLOGICAL ENTREPRENEURS. CASE Q1/2024

**Разганов А. Ю.**, маг., **Шабeka В. Л.**, канд. экон. наук., доц.,  
Белорусский национальный технический университет,  
г. Минск, Республика Беларусь  
A. Razganov, U. Shabeka Ph. D. in Econ., Ass. Prof.,  
Belarusian National Technical University, Minsk, Belarus

*Рассмотрены инструменты защиты IP, роль «Биржи интеллектуальной собственности» и другие ресурсы и услуги, предоставляемые для технологических предпринимателей на примере кейса Q1/2024.*

*IP protection tools, the role of the “Intellectual Property Exchange” and other resources and services provided for technology entrepreneurs are considered using the example of the Q1/2024 case.*

**Ключевые слова:** интеллектуальная собственность, инструменты защиты IP, «Биржа интеллектуальной собственности».

**Keywords:** intellectual property, IP protection tools, “Intellectual Property Exchange”.

**АКТУАЛЬНОСТЬ ВОПРОСА**

В современном мире интеллектуальная собственность (далее IP) становится все более ценным активом для компаний и предпринимателей. Национальный центр интеллектуальной собственности играет ключевую роль в обеспечении защиты прав интеллектуальной собственности и содействии развитию инноваций.

## СОДЕРЖАНИЕ РАСКРЫВАЕМОГО ВОПРОСА

### *Инструменты защиты IP.*

Основными инструментами защиты интеллектуальной собственности являются патенты, авторские права, товарные знаки и коммерческая тайна. Патенты позволяют защищать изобретения, авторские права – произведения искусства, товарные знаки – бренды, а коммерческая тайна – конфиденциальную информацию компании. Национальный центр интеллектуальной собственности помогает технологическим предпринимателям регистрировать и защищать свои права на IP, предоставляя консультации и помощь в процессе регистрации.

### *«Биржа интеллектуальной собственности».*

«Биржа интеллектуальной собственности» – это платформа, где владельцы IP могут предложить свои права на продажу или лицензирование. Это способ стимулировать инновации и обеспечить доступ к ценным технологиям для других компаний. На таких биржах предприниматели могут найти интересные решения для своих проектов, заключить сделки о лицензировании или приобретении прав на IP.

### *Ресурсы и услуги для технологических предпринимателей.*

Национальный центр интеллектуальной собственности предоставляет широкий спектр ресурсов и услуг для технологических предпринимателей. Это включает в себя обучающие программы по защите IP, консультации по регистрации прав, а также помощь в разрешении споров, связанных с интеллектуальной собственностью. Кроме того, предприниматели могут получить финансовую поддержку на развитие своих инноваций через гранты и инвестиции. Государственные органы и иные организации по заявлению граждан осуществляют следующие административные процедуры: выдача патента на изобретение, поддержание в силе патента на изобретение по годам, выдача патента на полезную модель, проведение проверки полезной модели на соответствие условиям патентоспособности, поддержание в силе патента на полезную модель по годам, выдача патента на промышленный образец, поддержание патента на промышленный образец по годам, продление срока действия патента на изобретение, полезную модель, промышленный образец, восстановление действия патента, выдача свидетельства на товарный знак и знак обслуживания, выдача документа о согласии на использова-

ние в товарном знаке обозначений, представляющих собой государственные символы Республики Беларусь, предоставление права пользования географическим указанием и выдача свидетельства о праве пользования географическим указанием и др.

*Кейс Q1/2024.*

В кейсе Q1/2024, например, представлена программа для расчета эксплуатационных показателей машин внесения удобрений, зарегистрированная 16 февраля 2024 года. Или еще один пример – 16 февраля 2024 года Общество с ограниченной ответственностью «Фуд-Стор» зарегистрировала приложение для мобильных телефонов с операционной системой Android “Demo Picasso” с ядром foodricasso, предназначенное для заказа продуктов питания [1].

Международная регистрация выпускаемой продукции компании Kia Corporation, Корея. Компания Kia Corporation обратилась в общество с дополнительной ответственностью «ЛЕКСПАТЕНТ» для регистрации моторных масел, технических жиров и масел, и смазочных материалов для транспортных средств. 25 февраля 2024 года данный объект интеллектуальной собственности был включен в национальный таможенный реестр объектов интеллектуальной собственности [2].

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Национальный Центр интеллектуальной собственности, «Биржа интеллектуальной собственности» и другие ресурсы и услуги играют важную роль в защите и развитии интеллектуальной собственности. Для технологических предпринимателей это не только инструменты защиты, но и возможность для роста, монетизации и партнерства. Важно осознавать ценность интеллектуальной собственности и использовать доступные ресурсы для ее защиты и развития.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Национальный центр интеллектуальной собственности. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.ncip.by/bazy-dannykh/bazy-dannyh/obekty-prava-promyshlennoy-sobstvennosti/>. – Дата доступа: 22.02.2024.
2. Защита прав на объекты интеллектуальной собственности. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.>

УДК 330;322;65

**ФИНАНСИРОВАНИЕ В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ  
НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИХ РАБОТ  
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРЕДПРИНИМАТЕЛЕЙ НА РАННИХ  
СТАДИЯХ ПРОЕКТОВ НА ПРИМЕРЕ БЕЗВОЗМЕЗДНЫХ  
ГРАНТОВ «РЕСПУБЛИКАНСКОГО КОНКУРСА  
ИННОВАЦИОННЫХ ПРОЕКТОВ», ПРОВОДИМОГО  
БЕЛОРУССКИМ ИННОВАЦИОННЫМ ФОНДОМ  
ГОСУДАРСТВЕННОГО КОМИТЕТА ПО НАУКЕ И  
ТЕХНОЛОГИЯМ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ Q1/2024**

FINANCING IN THE BELARUS RESEARCH WORKS OF  
TECHNOLOGICAL ENTREPRENEURS  
AT THE EARLY STAGES OF PROJECTS ON THE EXAMPLE  
OF FREE GRANTS OF THE “REPUBLICAN COMPETITION OF  
INNOVATION PROJECTS” CONDUCTED BY THE BELARUSIAN  
INNOVATION FUND OF THE STATE COMMITTEE FOR SCIENCE  
AND TECHNOLOGY OF THE BELARUS Q1/2024

**Денисов В. А.**, маг., **Шабeka В. Л.**, канд. экон. наук., доц.,  
Белорусский национальный технический университет,  
г. Минск, Республика Беларусь  
V. Denisov, U. Shabeka Ph. D. in Econ., Ass. Prof.,  
Belarusian National Technical University, Minsk, Belarus

*Проведен краткий анализ конкурса инновационных проектов  
ГКНТ, проводимых в 2024 году.*

*A brief analysis of the competition of innovative projects of the State  
Committee for Science and Technology, held in 2024, was carried out.*

*Ключевые слова: финансирование проектов на грантах.*

*Keywords: financing of projects using grants.*

## ВВЕДЕНИЕ

Государственный комитет по науке и технологиям Республики Беларусь при участии Министерства образования Республики Беларусь, Национальной академии наук Беларуси, общественного объединения «Белорусский республиканский союз молодежи», Белорусского инновационного фонда организует проведение 15-го Республиканского конкурса инновационных проектов.[1]

## СОДЕРЖАНИЕ РАСКРЫВАЕМОГО ВОПРОСА

Участие в конкурсе – это возможность для разработчиков проектов представить свои идеи широкой общественности, получить оценку экспертов и денежные призы.

В конкурсе рассматриваются социально значимые инновационные проекты различных стадий реализации со стратегией коммерциализации, соответствующие приоритетным направлениям научной, научно-технической и инновационной деятельности.

Конкурс проводится по номинациям «Лучший инновационный проект» и «Лучший молодежный инновационный проект». Участниками конкурса могут быть юридические и физические лица. В номинации «Лучший молодежный инновационный проект» принимают участие физические лица, возраст которых не превышает 35 лет.

В целях подготовки участников конкурса к рассмотрению и защите инновационных проектов будут проведены семинары-тренинги с привлечением ведущих белорусских специалистов по инновационной и венчурной деятельности, бизнес-планированию.

После заочного отбора заявок (проверки документов по формальным признакам, экспертизы), авторы 40 лучших разработок примут участие в финальном этапе защиты проектов перед советом конкурса. [2]

Победителям и призерам конкурса вручаются дипломы и премии:

- первое место (2 победителя) – 3 440,00 BYN;
- второе место (4 призера) – 2 280,00 BYN;
- третье место (6 призеров) – 1 160,00 BYN.

Среди победителей и призеров совет конкурса отбирает проекты для дальнейшей коммерциализации их результатов, которые получают сертификаты в размере 22 840,00 BYN.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Белорусский инновационный фонд – один из основных помощников в получении поддержки и толчка на реализацию проектов технологических предпринимателей на ранней стадии самофинансирования.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Конкурс [Электронный ресурс]. – <https://www.konkurs.belinfund.by/news/post/157>. – Дата доступа: 28.02.2024.
2. Подача заявки [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://konkurs.belinfund.by/applications/filing>. – Дата доступа: 28.02.2024.

Представлено 24.04.2024

**КОНЦЕПЦИЯ «УНИВЕРСИТЕТА 3.0»: СОЧЕТАНИЕ  
ОБРАЗОВАНИЯ, НАУКИ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО  
ПРЕДПРИНЕМТЕЛЬСТВА. КЕЙС БНТУ Q1/2024:  
1) УСЛОВИЯ И ПОРЯДОК ПОЛУЧЕНИЯ РЕЗИДЕНТСТВА  
В «НАУЧНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОМ ПАРКЕ БНТУ  
«ПОЛИТЕХНИК»; 2) РЕСУРСЫ ПАРКА/ ЛАБОРАТОРИЯ  
БЫСТРОГО ПРОТОТИПИРОВАНИЯ ФАБЛАБ;  
3) ВОЗМОЖНОСТИ ПРЯМОГО И КОСВЕННОГО  
ФИНАНСИРОВАНИЯ РАЗРАБОТОК ОТ НТП БНТУ  
«ПОЛИТЕХНИК» (КОНКУРСЫ И ГРАНТЫ СТАРТАПАМ,  
ПРОГРАММА ИКУБИРОВАНИЯ)**

CONCEPT OF “UNIVERSITY 3.0”: A COMBINATION OF  
EDUCATION, SCIENCE AND TECHNOLOGICAL  
ENTREPRENEURSHIP. BNTU CASE Q1/2024: 1) CONDITIONS  
AND PROCEDURES FOR OBTAINING RESIDENCE IN THE BNTU  
POLYTECHNIK SCIENTIFIC AND TECHNOLOGICAL PARK; 2)  
PARK RESOURCES/FABLAB RAPID PROTOTYPING  
LABORATORY; 3) OPPORTUNITIES FOR DIRECT  
AND INDIRECT FINANCING OF DEVELOPMENTS FROM STP  
BNTU “POLYTECHNIK” (COMPETITIONS AND GRANTS FOR  
STARTUPS, ICUBATION PROGRAM)

**Денисов В. А.**, маг., **Шабeka В. Л.**, канд. экон. наук., доц.,  
Белорусский национальный технический университет,  
г. Минск, Республика Беларусь  
V. Denisov, U. Shabeka Ph. D. in Econ., Ass. Prof.,  
Belarusian National Technical University, Minsk, Belarus

*Проведен краткий анализ содержания концепции «Университет 3.0» и предоставляемых НТП БНТУ «Политехник» студентам БНТУ – начинающим технологическим предпринимателям возможностей.*

*A brief analysis of the content of the concept “University 3.0” and the opportunities provided by the STP BNTU “Polytechnic” to BNTU students – aspiring technological entrepreneurs – was carried out.*

**Ключевые слова:** концепция «Университета 3.0», НТП БНТУ «Политехник», технологическое предпринимательство

**Keywords:** concept of “University 3.0”, NTP BNTU “Polytechnic”, technological entrepreneurship

## АКТУАЛЬНОСТЬ ВОПРОСА

Концепция «Университета 3.0» – это сочетание образования, науки и инновационного предпринимательства. Главная отличительная черта «Университета 3.0» – развитие предпринимательской культуры у студентов, стимулирование и подготовка их к предпринимательской деятельности. Так, например на Автотракторном факультете БНТУ, для этого в учебную программу учреждения образования для магистрантов введена специальная дисциплина, связанная с стартап-движением, технологическим предпринимательством, которая представляется сотрудниками с соответствующей подготовкой и опытом. В рамках этого учебного процесса в 2022/23 уч. году один, а в 2023/24 уч. Году два проекта в рамках магистерских диссертаций представлялись на Республиканском конкурсе инновационных проектов ГКНТ Беларуси (в 2022/23 году один проект был представлен в финале конкурса). За стимулирование технологического предпринимательства среди студентов БНТУ также отвечает технопарк «Политехник», где студенты могут развивать собственные бизнес-проекты. При этом технопарк и его резиденты участвуют в научной и образовательной жизни ВУЗа. Там студенты могут проходить учебную практику, осуществлять курсовое и дипломное проектирование, а затем работать в системе университета. [1]

## СОДЕРЖАНИЕ РАСКРЫВАЕМОГО ВОПРОСА

Рассмотрим основные ресурсы НТП БНТУ «Политехник» и аспекты взаимодействия с ним.

*Условия и порядок получения президентства в «Научно-технологическом парке БНТУ «Политехник».*

Необходимо пройти следующие этапы:

- подготовка и предварительное рассмотрение представленных материалов (их комплектность и соответствие требованиям);
- представление проекта на заседании экспертного совета;
- подведение итогов.

Заключение договора на осуществление инновационной деятельности и договора аренды [2–3].

*Ресурсы парка. Лаборатория быстрого прототипирования Фаблаб.*

Лаборатория Фаблаб – это еще один шаг к реализации концепции «Университету 3.0». Благодаря современному оборудованию и совершенно новым подходам к быстрому моделированию и прототипированию, возможно пройти все стадии от разработки идеи до готового коммерческого продукта вместе с отличной командой наставников. Фаблаб включает в себя несколько помещений, где размещаются 3 зоны: помещение для работ на 3D-сканерах и принтерах, «шумная зона» - помещение для работы на лазерном гравере, фрезерно-гравировальном станке с ЧПУ, обрабатывающих инструментах и помещение для работы с паяльными станциями и инструментами. Всего Фаблаб располагает 20 единицами оборудования: 3D-принтеры с комплектом инструментов для обслуживания, фрезерно-гравировальный станок, лазерный гравировально-режущий станок, конструкторы для сборки роботов и электро-программируемых устройств, наборы ардуино, оборудование для слесарных и монтажных работ, гравер электрический, верстаки, лобзик, электрический, верстаки, лобзик электрический, одноручная угло-шлиф-машина, плоскогубцы комбинированные, пылесос, аспирационная система, станок вертикально-сверлильный, струбцина пистолетная 250мм, гильотина ручная сабельного типа, настольный токарный станок по металлу, торцовочная пила. Практикуется подход, когда опытные пользователи вовлекаются в работу в качестве менторов. Фокусом Фаблаба БНТУ является не только предоставление возможностей для изготовления изделий, но и организация взаимодействия в рамках образовательного процесса в университете. [4]

*Возможности прямого и косвенного финансирования разработок от НТП БНТУ «Политехник»: конкурсы и гранты стартапам, программа инкубирования.*

*Содействие деятельности резидентам:*

- бизнес-планирование и привлечение финансирования;

- маркетинговые, юридические, бухгалтерские и инжиниринговые услуги;
- услуги в сфере управления интеллектуальной собственностью;
- современная инфраструктура и оборудование;
- финансирование инновационных проектов из инновационного фонда технопарка.

*Льготы для резидента:*

- аренда недвижимого имущества на льготных условиях;
- налог на прибыль 10 % (5 % перечисляется в бюджет + 5 % в фонд инновационного развития Технопарка) [2];

Освобождение от земельного налога и налога на недвижимость, по объектам, арендуемым у технопарка [3].

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Технопарк НТП БНТУ «Политехник» – инфраструктура и помещения с новейшим технологическим оборудованием, широким спектром инжиниринговых услуг, прототипирование и Фаблаб. Оказывается помощь начинающим предпринимателям в привлечении финансовых ресурсов; предоставляется полный комплекс услуг для бизнеса: интеграция в экосистему единомышленников, получение полного информирования в вопросах о развитии продаж и качественной маркетинговой стратегии, разработка грамотного бизнес-план и многое другое.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Объясняем «на пальцах», что такое «Университет 3.0» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://bntu.by/index.php/news/7328-universitet-30>. – Дата доступа: 15.02.2024.

2. Парк БНТУ [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://park.bntu.by/residency/>. – Дата доступа: 15.02.2024.

3. Парк БНТУ [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://bntu.by/index.php/news/8303-rezident-tehnoparka>. – Дата доступа: 15.02.2024.

4. Как и где начать бизнес студенту? [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://bntu.by/index.php/news/5301-fablab>. – Дата доступа: 15.02.2024.

Представлено 23.04.2024

**СЕКЦИЯ «ИНЖЕНЕРНАЯ ГРАФИКА  
МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОГО ПРОФИЛЯ»**

**НЕПРЕРЫВНОСТЬ ГРАФИЧЕСКОГО ОБРАЗОВАНИЯ,  
КАК ФАКТОР ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО  
СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ**

**CONTINUITY OF GRAPHIC EDUCATION AS A FACTOR  
OF PROFESSIONAL IMPROVEMENT**

**Авласевич А. П.**, студ., **Люткова О. А.**, студ.,  
**Грицко Н. М.**, ст. преп.,  
Белорусский национальный технический университет,  
г. Минск, Республика Беларусь  
A. Aulasevich, student, O. Liutkova, student,  
N. Gritsko, Senior Lecturer,  
Belarusian National Technical University, Minsk, Belarus

*В данной статье рассматривается вопрос о непрерывности графического образования. А также перечислены недостатки некоторых форм обучения в данной отрасли.*

*This article discusses the issue of continuity in graphic arts education. It also lists the disadvantages of some forms of education in this industry.*

**Ключевые слова:** *графическое образование, дошкольное образование, школьное образование, высшее образование, послевузовское образование.*

**Keywords:** *graphic education, preschool education, school education, higher education, postgraduate education.*

**ВВЕДЕНИЕ**

Графическое образование играет ключевую роль в подготовке высококвалифицированных специалистов для различных отраслей промышленности и техники, дизайна и искусства. Непрерывное образование – это образование, которое осуществляется на всех уровнях образовательной системы. Оно начинается с дошкольного и оканчивается послевузовским, способствуя получению и использованию знаний на протяжении всей жизни.

## НЕПРЕРЫВНОСТЬ ГРАФИЧЕСКОГО ОБРАЗОВАНИЯ, КАК ФАКТОР ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО САМОСОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ

Дошкольный возраст – это возраст, в котором происходит первое проявление способностей, включая графические. Дошкольная система образования является отличным помощником в развитии способностей у ребенка. Она в себя включает сферу познания, межличностное взаимодействие, физическое развитие, навыки построения грамотной речи, художественные навыки. В дошкольном возрасте используется много графической информации, которые содействуют успешному освоению графических навыков. В развитии молодого поколения важную роль играет школьное образование, поскольку оно формирует культуру личности, включая графическую культуру. На сегодняшний день именно графическая культура – это основа составляющей общей культуры. Работа с графическими изображениями помогает развивать в молодых людях пространственное и образное мышление, развивает логику и наблюдательность. Но в школах небольшое количество часов графических дисциплин – черчения, стереометрии. В результате огромное количество выпускников не имеют должных базовых графических знаний, необходимых первокурснику. Абитуриенты, подающие документы в технические вузы, должны быть готовы к изучению графических дисциплин, основываясь на уже имеющиеся знания. Высшие технические учебные заведения помогают студентам работать в различных направлениях: воспринимать графическую информацию и владеть ею; применять полученные знания в решении практических задач; изучать выполнение изображения деталей, строить в аксонометрических проекциях, выполнять схемы. Объекты инженерной графики в машиностроении – это узлы и детали машин, в строительстве – здания и сооружения. Быстрое развитие технологий, появление новых материалов и совершенствование методов работы – все это повышает требование к уровню профессиональной подготовки инженерных кадров. Для решения данной проблемы существует послевузовское образование.

Аспирантура является одной из ступеней послевузовского образования. Специалисты, завершившие обучение в аспирантуре, способны проводить самостоятельные исследования и преподавать гра-

фические дисциплины. Повысить свою квалификацию можно с помощью докторантуры. В ходе такого обучения государство получает высококвалифицированные научные и научно-педагогические кадры. Повысить свою квалификацию можно пройдя краткосрочные курсы, семинары, тренинги и другие образовательные мероприятия. Однако каждая форма имеет свои преимущества и недостатки. Курсы отличаются систематизированным и более углубленным изучением материала. В ходе такого обучения лицо получает удостоверение о повышении квалификации. При этом не каждый желающий может позволить себе курсы в связи с их длительностью и стоимостью. Семинары — краткосрочная форма получения образования с низкой стоимостью. Однако объем изучаемого материала ограничен, а получение удостоверения о повышении квалификации не всегда возможно. Тренинги отличаются своей практической направленностью. В ходе такого обучения лицо получает возможность отработать свои навыки и умения в реальных ситуациях, а также получить обратную связь у руководителя. Недостатком такого способа получения образования является высокая стоимость обучения и отсутствие гарантии о выдаче удостоверения о повышении квалификации. Современная система послевузовского образования в целом соответствует требованиям рынка труда. Совершенствование послевузовского образования осуществляется благодаря синтезу ведущих предприятий и учебных учреждений и повышению уровня квалификации преподавательского состава.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Непрерывность графического образования является важным условием подготовки высококвалифицированных специалистов.

Совершенствование системы графического образования невозможно без укрепления взаимосвязи между каждой ступенью обучения и внедрения инновационных методов обучения, а также повышения уровня квалификации преподавателей.

## ЛИТЕРАТУРА:

1. Матвеева, М. В. Активизация подготовки студентов к инженерно-конструкторской деятельности / М. В. Матвеева, Н. В. Стрикалова. – Красноярск : СибГТУ, 2013. – 218 с.

2. Чудинов, А. В. Теоретические основы инженерной графики: учеб. пособие / А. В. Чудинов. – Новосибирск : Изд-во НГТУ, 2010. – 390 с.

Представлено 30.05.2024

УДК 514.18 : 378.147.091.31 : 004.94

## **ПРИМЕНЕНИЕ КОМПЬЮТЕРНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ В ЧТЕНИИ ЛЕКЦИЙ ПО НАЧЕРТАТЕЛЬНОЙ ГЕОМЕТРИИ**

APPLICATION OF COMPUTER SIMULATION DURING GIVING  
LECTURES ON DESCRIPTION GEOMETRY

**Лойко М. М.**, студ., **Грицко Н. М.**, ст. преп.,  
Белорусский национальный технический университет  
г. Минск, Республика Беларусь  
M. Loika, student, N. Gritsko, Senior Lecturer,  
Belarusian National Technical University, Minsk, Belarus

*В настоящее время в учебных планах многих инженерных специальностей наблюдается острый дефицит аудиторных часов, выделяемых на дисциплины «Инженерная графика» и «Начертательная геометрия». Внедрение практики применения компьютерного моделирования позволит оптимизировать и унифицировать использование выделяемого времени, а также сделает преподавание этих дисциплин более простым и наглядным.*

*Currently, in the curricula of many engineering specialties, there is an acute shortage of classroom hours allocated to the disciplines “Engineering Graphics” and “Descriptive Geometry”. The introduction of the practice of using computer modeling will optimize and unify the use of allocated time, and will also make the teaching of these disciplines simpler and more visual.*

**Ключевые слова:** компьютерное моделирование, начертательная геометрия, специализированное программное обеспечение, оптимизация, унификация.

**Keywords:** computer modeling, descriptive geometry, specialized software, optimization, unification.

## ВВЕДЕНИЕ

Одной из основных задач изучения студентами инженерных специальностей общетехнических дисциплин «Инженерная графика» и «Начертательная геометрия» является формирование пространственного видения различных предметов и понимания взаимосвязей между трёхмерным объектом и его двумерными изображениями (проекциями). Однако необходимый для этого материал необходимо излагать в наиболее наглядной и доступной для учащихся форме в условиях ограниченного количества аудиторных часов.

## ПРИМЕНЕНИЕ КОМПЬЮТЕРНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ПРИ ЧТЕНИИ ЛЕКЦИЙ ПО НАЧЕРТАТЕЛЬНОЙ ГЕОМЕТРИИ

В курсе начертательной геометрии присутствует ряд тем, таких как «Сечения тел вращения плоскостями общего и частного положения», «Пересечение поверхностей» и пр., изучение которых подразумевает под собой рассмотрение ряда различных частных случаев, каждый из которых преподаватель, читающий лекцию, изображает на доске на отдельном чертеже «с нуля», расходуя при этом довольно большое количество лекционного времени и все равно не имея возможности продемонстрировать студентам трехмерное изображение изучаемых объектов и их элементов.

Оптимизировать использование лекционного времени и расширить возможности лектора позволяет компьютерное моделирование. Специализированное программное обеспечение делает возможной заблаговременную подготовку всех необходимых для изложения материала изображений в виде трехмерных моделей, которые будут храниться на съемном накопителе и выводиться на экран в лекционной аудитории через проектор.

Вышеупомянутое программное обеспечение позволяет в реальном времени изменять пространственное положение различных элементов, а также перемещать их относительно друг друга, рассматри-

вая при этом все возможные комбинации. Кроме того, компьютерную модель можно вращать в реальном времени, изучая ее тем самым с разных ракурсов, получая в том числе основные проекции (Н, V, W) как частные случаи этого вращения.

Таким образом множество выполняемых на доске во время лекции чертежей сводятся к работе с одним заранее подготовленным файлом.

Современное программное обеспечение для 3D моделирования, как платное, так и бесплатное, имеет весьма понятный интерфейс, а в сети Интернет в общем доступе содержится большое количество пособий и инструкций, что позволяет любому заинтересованному человеку освоить ПО на базовом уровне за несколько дней. Примером такого программного обеспечения является blender. Оно бесплатное и постоянно развивается разработчиками, что делает его одним из самых доступных и популярных в своей сфере.

Использование такого ПО позволит также унифицировать и стандартизировать образовательный процесс, так как все преподаватели смогут пользоваться единым сборником моделей при чтении лекций, который может быть разработан и утверждён на различных уровнях начиная с кафедрального и заканчивая общереспубликанским.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Применение компьютерного моделирования при чтении лекций по начертательной геометрии в качестве средства визуализации изучаемых объектов позволяет оптимизировать образовательный процесс, обеспечивая более эффективное использование преподавателями выделяемых на дисциплину аудиторных часов, а также упрощая студентам восприятие излагаемого материала, и может служить основой для унификации графического образования в Республике Беларусь.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Соломенцева, С. Б. 3D-моделирование и визуализация: учебно-методическое пособие / С. Б. Соломенцева – Елецкий государственный университет им. И. А. Бунина, 2019. – 80 с.

Представлено 30.05.2024

## РАЗВИТИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ ИНЖЕНЕРНО-ГРАФИЧЕСКОГО ОБРАЗОВАНИЯ В ВУЗАХ

### DEVELOPMENT AND PROSPECTS OF ENGINEERING AND GRAPHICS EDUCATION IN UNIVERSITIES

**Елистратова А. В.**, студ., **Грицко Н. М.**, ст. преп.,  
Белорусский национальный технический университет,  
г. Минск, Республика Беларусь

A. Elistratava, student, N. Gritsko, Senior Lecturer,  
Belarusian National Technical University, Minsk, Belarus

*В данной статье представлено историческое развитие инженерной графики и этапы развития инженерно-графического образования, а также указаны перспективы инженерно-графического образования в вузах.*

*This article presents the historical development of engineering graphics and the stages of development of engineering graphics education, as well as the prospects for engineering graphics education in universities.*

**Ключевые слова:** инженерная графика, инженерно-графическое образование, этапы развития инженерной графики, этапы развития инженерно-графического образования, перспективы инженерно-графического образования в вузах.

**Keywords:** engineering graphics, engineering graphics education, stages of development of engineering graphics, stages of development of engineering graphics education, prospects for engineering graphics education in universities.

#### ВВЕДЕНИЕ

Графика, как средство общения, использовалась с древнейших времен еще до создания письменности. До нашего времени сохранились рисунки на стенах пещер и скалах. Что касается инженерной

графики, то она имеет долгую историю развития, начиная с появления первых технических чертежей и до современных методов визуализации и проектирования.

## РАЗВИТИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ ИНЖЕНЕРНО-ГРАФИЧЕСКОГО ОБРАЗОВАНИЯ В ВУЗАХ

Инженерно-графическое образование активно развивается в направлении цифровизации и использования современных технологий, таких как компьютерное моделирование, виртуальная реальность, 3D-печать и другие инновации, что позволяет выпускникам быть на передовых позициях в своей отрасли. Данное образование имеет свои этапы развития, которые отражают изменения в методах обучения, содержании программ и использовании современных технологий. Этапы развития инженерно-графического образования.

1. Ручное черчение. На данном этапе развития студенты изучали правила и техники ручного черчения, используя линейки, угольники и компасы.

2. Традиционные методы. В этом этапе инженеры использовали традиционные инструменты, такие как графические доски, шаблоны и специальные инструменты для создания чертежей.

3. Компьютерное моделирование. С появлением компьютерной графики и CAD (компьютерного проектирования) инженерно-графическое образование перешло на новый уровень. Студенты начали изучать программное обеспечение для создания трехмерных моделей, визуализации и анализа данных.

4. Виртуальная реальность и дополненная реальность. Благодаря современным методам проектирования студенты могут создавать и взаимодействовать с трехмерными моделями в виртуальном пространстве или использовать AR для наложения виртуальных объектов на реальный мир.

5. Онлайн-обучение и дистанционное образование: С развитием интернета и технологий удаленного доступа стало возможным получать инженерно-графическое образование онлайн. Студенты могут изучать программы CAD, визуализацию данных и другие аспекты инженерной графики через онлайн-курсы и видео-лекции.

Эти этапы развития отражают прогресс в инженерно-графическом образовании и показывают, как современные технологии меняют способы обучения и практику инженеров и дизайнеров.

Инженерно-графическое образование в технических вузах играет ключевую роль в подготовке специалистов, способных работать с технической документацией, чертежами и моделями. Вот некоторые общие аспекты инженерно-графического образования в технических вузах.

1. Основы инженерной графики. Студенты изучают основы черчения, проектирования и визуализации объектов с помощью технических чертежей, включая в себя изучение геометрических принципов, проекций, размерных цепей, видов проекций и других основ.

2. Компьютерное проектирование (CAD). С развитием технологий студенты обучаются работе с программным обеспечением CAD для создания трехмерных моделей, разработки чертежей и выполнения инженерных расчетов.

3. Стандарты черчения. Студенты учатся работать в соответствии с международными стандартами черчения, такими как ISO, ANSI, GOST и другими. Это важно для обеспечения единого понимания и обмена технической информацией между специалистами.

4. Инженерная графика в проектировании. Студенты изучают применение инженерной графики в процессе проектирования машин, сооружений, электроники и других технических объектов.

5. Визуализация и анимация. Некоторые программы могут включать изучение методов визуализации и анимации для создания реалистичных изображений и презентаций проектов.

6. Проектные работы. Студентам предлагается выполнять проектные работы, где они могут применить полученные знания на практике, создавая чертежи и модели реальных объектов.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Инженерно-графическое образование в технических вузах играет важную роль в вузах, особенно в технических и инженерных направлениях. Оно играет важную роль в формировании компетентных инженеров, которые способны работать с техническими чертежами, моделями и системами. Эти навыки являются неотъемлемой частью современной инженерной практики.

## ЛИТЕРАТУРА

1. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.ncip.by/bazy-dannykh/bazy-dannyh/obekty-prava-promyshlennoy-sobstvennosti/>. – Дата доступа: 20.05.2024.

2. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.ncip.by/bazy-dannykh/bazy-dannyh/obekty-prava-promyshlennoy-sobstvennosti/>.. – Дата доступа: 20.05.2024.

Представлено 30.05.2024

УДК 373.5: 331.548

## ГРАФИЧЕСКАЯ ПОДГОТОВКА ШКОЛЬНИКОВ И ЕЕ ПРОФОРИЕНТАЦИОННАЯ НАПРАВЛЕННОСТЬ

### GRAPHIC TRAINING OF PUPILS AND ITS PROFESSION-ORIENTED GUIDANCE

Голомыздо Т. А.<sup>1</sup>, учаш., Грицко Н. М.<sup>2</sup>, ст. преп.,  
<sup>1</sup>ГУО «СШ № 42»,

<sup>2</sup>Белорусский национальный технический университет  
г. Минск, Республика Беларусь

T. Golomyzdo<sup>1</sup>, pupil, N. Gritsko<sup>2</sup>, Senior Lecturer,  
<sup>1</sup>SIE School No. 42,

<sup>2</sup>Belarusian National Technical University, Minsk, Belarus

*В рамках статьи рассматривается специфика осуществления графической подготовки в школе. Обозначена роль самоподготовки, а также факультативных занятий на пути реализации профессиональной деятельности.*

*Within the framework of the research article, the specificity of graphic training in school is examined. The role of self-preparation as well as of elective classes on the way to the implementation of professional activity is outlined.*

**Ключевые слова:** *графическая подготовка, школьное образование, профориентационная деятельность.*

**Keywords:** *graphic training, school education, profession-oriented activity.*

## ВВЕДЕНИЕ

Графическая подготовка школьников является неотъемлемой частью образовательного процесса. Именно в этот период закладываются основные фундаментальные навыки, которые впоследствии могут быть отточены при более углубленном изучении учебного материала в рамках соответствующих дисциплин вузовской программы и наиболее полно раскрыты в будущей профессиональной деятельности.

## ЭТАПЫ ГРАФИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВКИ ШКОЛЬНИКОВ И ОСНОВНЫЕ ПРОБЛЕМЫ

Учебная общеобразовательная программа, реализуемая в учреждениях образования Республики Беларусь, включает в себя ряд дисциплин, позволяющих не только расширить общий культурный кругозор школьников, но и развить необходимые практико-прикладные навыки. Еще с начальной школы учащиеся знакомятся с основами изобразительной графики, приобретают свой первый опыт в сфере преобразовательной деятельности посредством изучения таких предметов, как технический труд и изобразительное искусство.

В старшей школе в учебный курс вводится новая дисциплина – искусство (отечественная и мировая художественная культура), которая не только дает учащимся основные представления о теоретических и исторических сведениях, но и ориентирует на интерпретацию своих личных чувств и переживаний в контексте тех или иных произведений, что по своей сути и является высшей формой понимания творческого замысла.

Серьезная подготовка в области графики начинается в десятом классе, когда в учебный план школьников вводится предмет «Черчение», являющийся синтезом всех предыдущих навыков и умений в их самом слаженном проявлении. Учащиеся постигают не только умение создавать красивую визуальную форму, но и учатся мыслить,

благодаря постепенно освоенному теоретическому аппарату. Следует отметить, что в более раннем варианте учебной программы на изучение черчения отводилось два учебных года, что, несомненно, способствовало более углубленному пониманию отдельных тем, выполнению большего количества методических заданий. Однако значительным недостатком являлось, что такую серьезную и сложную техническую дисциплину, требующую от обучаемого значительную подкованность во многих других учебных предметах, школьники начинали изучать в достаточно раннем возрасте, что несомненно сказывалось на глубине понимая тех или иных аспектов.

### САМОПОДГОТОВКА И ФАКУЛЬТАТИВНЫЕ ЗАНЯТИЯ, КАК КЛЮЧ К БОЛЕЕ УГЛУБЛЕННОМУ ПОНИМАЮ ДИСЦИПЛИНЫ

В рамках учебной программы по черчению в десятых классах на базе государственных учреждений образования проводятся факультативные занятия, цель которых – приобщение учащихся к графической культуре, развитие их мышления, интеллектуальных и творческих способностей, усвоение графического языка и формирование графической компетентности [1].

Для проведения факультативных занятий учитель использует дополнительные материалы, расширенные учебно-методические комплексы, тренировочные пособия, а также дает консультацию каждому отдельно взятому учащемуся в зависимости от его индивидуального уровня подготовки, что, несомненно, очень важно в процессе изучения графических дисциплин, так как своевременная коррекция визуальных недочетов, а также устранение пробелов в теоретическом аппарате являются неотъемлемой частью развития основных прикладных навыков в верной форме.

Особую роль в развитии базовых умений играет личная самоподготовка учащихся. Изучив новый теоретический материал, каждый ученик имеет возможность закрепить полученные знания на практике, выполняя графические задания согласно уровню своей подготовки и методическим рекомендациям учителя. По мере освоения материала сложность заданий повышается, а в условия графических работ, по усмотрению педагога, могут быть добавлены элементы, вызывающие определенные трудности у конкретного ученика.

Индивидуальная работа заинтересованных учащихся и своевременная помощь учителя-профессионала в комплексе способны создать все условия для полноценной реализации всех навыков и задатков, способствующих дальнейшему совершенствованию в изучаемой дисциплине.

## ВНЕУРОЧНАЯ ГРАФИЧЕСКАЯ ПОДГОТОВКА, КАК ФАКТОР МОТИВАЦИИ ОБУЧЕНИЯ ЧЕРЧЕНИЮ

Для наиболее полной реализации приобретенных навыков, повышения уровня личного мастерства учащиеся могут принимать участие в конкурсах, олимпиадах и конференциях, посещать выставки. Однако до сих пор актуальной остается проблема сравнительного небольшого количества олимпиад по графическим дисциплинам, что весьма негативно сказывается на уровне заинтересованности учащихся в более углубленном изучении предмета.

На базе Гродненского института развития образования уже в течение несколько лет осуществляется проведение областного соревнования по черчению для школьников, целью которого является повышение интереса к изучению технических дисциплин, выявление и поддержка наиболее способных, одаренных и высокомотивированных учащихся [2]. Однако приоритетной задачей все еще остается введение всеобщей олимпиады республиканского масштаба, позволяющей выявить одаренных учащихся еще на этапе их обучения в школе.

Следует отметить, что особую роль в мотивировании учащихся играет поощрение образовательной деятельности. Так, существует острая необходимость во внедрении системы льгот, позволяющих не только расширить поле реализации учениками своих навыков и умений, но и стимулировать их дальнейшее совершенствование как в области графических дисциплин, так и в осуществлении конкретной практической деятельности.

## ПРОФОРИЕНТАЦИОННАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ

Опрос учеников десятых классов, проведенный в рамках исследования, показал, что более одной трети учащихся планирует продолжать изучение графических дисциплин в ВУЗе. Сфера графики остается востребованной во все времена. Развитое пространственное воображение требуется людям многих профессий: математикам

и физикам, дизайнерам и архитекторам, художникам и конструкторам, инженерам и строителям, модельерам и химикам, экономистам и юристам. Многие науки изучаются и объясняются при помощи чертежей, потому что чертеж обеспечивает наглядность видов любых предметов [3]. Поэтому очень важным направлением является обеспечение государства кадрами, компетентными в области графических дисциплин, подготовка которых начинается, несомненно, еще в школе и продолжается в высших учебных заведениях.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, графическая подготовка школьников является неотъемлемой ступенью в глобальном образовательном процессе. Изучая основы черчения, усердно занимаясь личной самоподготовкой в сложных аспектах, оттачивая фундаментальные практические и теоретические навыки, ученики получают прочную основу для дальнейшего, более углубленного, изучения дисциплины. Немаловажную роль в повышении уровня мотивированности учащихся играют профильные олимпиады и конференции как республиканского, так и регионального масштаба.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Учебная программа факультативного занятия «Черчение» для X–XI классов учреждений образования, реализующих образовательные программы общего среднего образования: офиц. текст.
2. Положение о проведении районного этапа областной олимпиады по учебному предмету «Черчение» в 2023/2024 учебном году: офиц.
3. Черчение: учеб. пособие для 10 кл. учреждений общ. сред. образования с белорус. и рус. яз. обучения / Ю. П. Беженарь [и др.]. – Минск : «Народная асвета», 2020. – 183 с.

## РАЗВИТИЕ ПРОСТРАНСТВЕННОГО МЫШЛЕНИЯ В ИНЖЕНЕРНОЙ ГРАФИКЕ

### THE DEVELOPMENT OF SPATIAL THINKING IN ENGINEERING GRAPHICS

**Шайковский Н. Д.**, студ., **Плешевич Е. В.** студ.,  
**Евдокимова В. С.** ст. преп.,  
Белорусский национальный технический университет.  
Минск, Республика Беларусь  
N. Shaykovski, student, E. Pleshevich, student,  
V. Evdokimova, Senior Lecturer,  
Belarusian National Technical University Minsk, Belarus

*Пространное мышление играет ключевую роль в инженерной графике, поскольку позволяет инженерам лучше понимать и визуализировать трехмерные объекты и конструкции. Этот тип мышления помогает инженерам создавать точные чертежи, модели и проекции, которые отражают реальные пространственные отношения между элементами.*

*Spatial thinking plays a key role in engineering graphics, as it allows engineers to better understand and visualize three-dimensional objects and structures. This type of thinking helps engineers create accurate drawings, models, and projections that reflect the real spatial relationships between elements.*

**Ключевые слова:** инженер, пространственное мышление, методы.

**Keywords:** engineer, spatial thinking, methods.

#### ВВЕДЕНИЕ

Освоение трехмерного пространства – это способность ориентироваться в трехмерной среде, точно представлять расположенные в ней объекты и понимать их взаимосвязи. Это навык, который позволяет нам легко маневрировать вокруг предметов, оценивать расстояния и понимать их форму и размеры. Умение визуализировать

трехмерные объекты помогает нам лучше понимать мир вокруг себя и успешно решать различные задачи, требующие пространственного мышления.

**РАЗВИТИЕ ПРОСТРАНСТВЕННОГО МЫШЛЕНИЯ В ИНЖЕНЕРНОЙ ГРАФИКЕ** прежде всего, это необходимо в областях, связанных с проектированием. Это включает в себя архитектуру, промышленное производство, инженерию, различные области дизайна и изобразительное искусство. Развитое пространственное мышление позволяет создавать точные и геометрически правильные чертежи, модели и композиции.

Процесс пространственного мышления индивидуален и у каждого человека он проявляется по-разному. Некоторые люди обладают отличной способностью ориентироваться в пространстве, в то время как другие испытывают затруднения с оценкой объемов предметов и расстояния между ними. Есть также те, кто умеет точно манипулировать пространством и объемом фигур, что позволяет им легко моделировать их.

Методы развития пространственного мышления в инженерной графике.

#### 1. Практические занятия.

Строительные модели. Построение физических моделей, используя такие материалы, как картон, дерево или пластик. Это помогает визуализировать отношения между различными частями и понять, как они собирают.

Рисование и наброски (рис. 1).

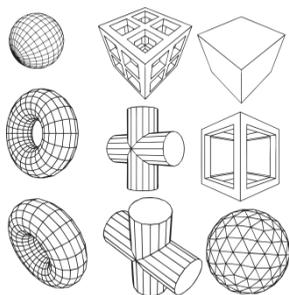


Рисунок 1 – Рисование набросков

Практикуйте рисование объектов с разных точек зрения, как ортогонафических, так и перспективных взглядов. Это побуждает вас думать о форме и размерах объекта с разных сторон.

Использование физических манипуляций. Используйте такие инструменты, как строительные блоки, геометрические формы или головоломки для понимания пространственных концепций.

## 2. Программное обеспечение и цифровые инструменты.

Программное обеспечение CAD. Обучение программное обеспечение, такое как AutoCAD, SolidWorks или Fusion 360, позволяет создавать и манипулировать 3D -моделями в цифровом виде. Это обеспечивает виртуальную среду для практики пространственного мышления и изучения различных дизайнов (рис. 2).



Рисунок 2 – Программное обеспечение

Виртуальная реальность (VR) и дополненная реальность (AR): Иммерсивные технологии, такие как VR и AR, могут предлагать интерактивный опыт, который улучшает пространственную визуализацию.

## 3. Внимательные практики.

Визуализация объектов в вашем уме. Практика умственно манипулируя и вращающимися объектами в трехмерном пространстве.

Играя в пространственные игры: участвуйте в таких играх, как Tetris, Sudoku или Cube's Cube, которые бросают вызов вашим пространственным рассуждениям и навыкам решения проблем.

Наблюдая за миром вокруг вас: обратите внимание на формы и пространственные отношения объектов в вашем окружении.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Используя материальные предметы, можно достаточно хорошо развить пространственное мышление, которое играет важную роль в инженерии. Если оно хорошо развито, оно облегчает работу инженеру с созданием, разработкой, чтением и пониманием чертежей. Таким образом мы раскрыли тему пространственного мышления и дали понять, как она важна не только для инженеров, но и в других сферах.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Что такое пространственное мышление [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [https://skillbox.ru/media/design/prostr\\_m/](https://skillbox.ru/media/design/prostr_m/). – Дата доступа 20.05.2024.

Представлено 30.05.2024

УДК 621.88.082.2

## **РОЛЬ И ЗНАЧИМОСТЬ РЕЗЬБОВЫХ СОЕДИНЕНИЙ В СОВРЕМЕННОЙ ИНЖЕНЕРИИ**

**THE ROLE AND ORIGINALITY OF THREADED CONNECTIONS  
IN MODERN ENGINEERING.**

**Заболоцкий Д. В.**, студ., **Микус А. Н.**, студ.,

**Евдокимова В. С.**, ст. преп.,

Белорусский национальный технический университет

г. Минск, Республика Беларусь

D. Zabolotsky, A. Mikus, students, V. Evdokimova, Senior Lecturer,

Belarusian National Technical University Minsk, Belarus

*Резьбовые соединения представляют собой один из наиболее распространенных и важных элементов в мире механики и инженерии. Они играют ключевую роль в создании надежных и прочных конструкций, обеспечивая крепление и сборку различных элементов в разнообразных областях промышленности и строительства.*

*Threaded connections are one of the most common and important elements in the world of mechanics and engineering. They play a key role in creating reliable and durable structures, providing fastening and assembly of various elements in a wide range of industrial and construction applications.*

**Ключевые слова:** *резьбовые соединения, ГОСТ, механика и инженерия.*

**Keywords:** *threaded connections, State Standard, mechanics and engineering.*

## ВВЕДЕНИЕ

Резьбовые соединения играют ключевую роль в механике и инженерии, обеспечивая надежное крепление элементов конструкций. Они представляют собой особый тип соединений, где элементы, такие как болты, гайки, винты и шпильки, обладают резьбой, которая позволяет им соединяться путём взаимного ввинчивания. ГОСТы (государственные стандарты) имеют важную роль в стандартизации резьбовых соединений, определяя параметры, размеры, материалы и технологические требования.

РОЛЬ И ЗНАЧИМОСТЬ РЕЗЬБОВЫХ СОЕДИНЕНИЙ В СОВРЕМЕННОЙ ИНЖЕНЕРИИ очень высоки. На протяжении десятилетий инженеры и конструкторы используют резьбовые соединения для сборки машин, я уже выхожу с скстрооборудования, транспортных средств и многих других изделий. Важно учитывать не только основные параметры соединений, но и их прочностные характеристики, устойчивость к вибрации, коррозии и другим внешним воздействиям.

## ТИПЫ РЕЗЬБОВЫХ СОЕДИНЕНИЙ

Резьбовые соединения могут быть разделены на несколько типов в зависимости от их назначения и конструкции (рис. 1). Например, резьбовые соединения могут быть предназначены для соединения двух частей (например, болт и гайка), для создания перемещаемых соединений (например, винтовой механизм при проектировании и изготовлении резьбовых соединений помогает обеспечить безопас-

ность, надёжность и долговечность конструкций в различных отраслях промышленности), или для создания герметичных соединений (например, резьбовые соединения на трубопроводах). С развитием новых материалов и технологий появляются и новые возможности для улучшения резьбовых соединений, например, использование специальных покрытий для уменьшения трения или разработка специализированных форм резьбы для оптимизации силовых характеристик. С развитием цифровых технологий и методов моделирования становится возможным проведение более точного анализа нагрузок и напряжений в резьбовых соединениях, что способствует их оптимизации и повышению производительности конструкций.

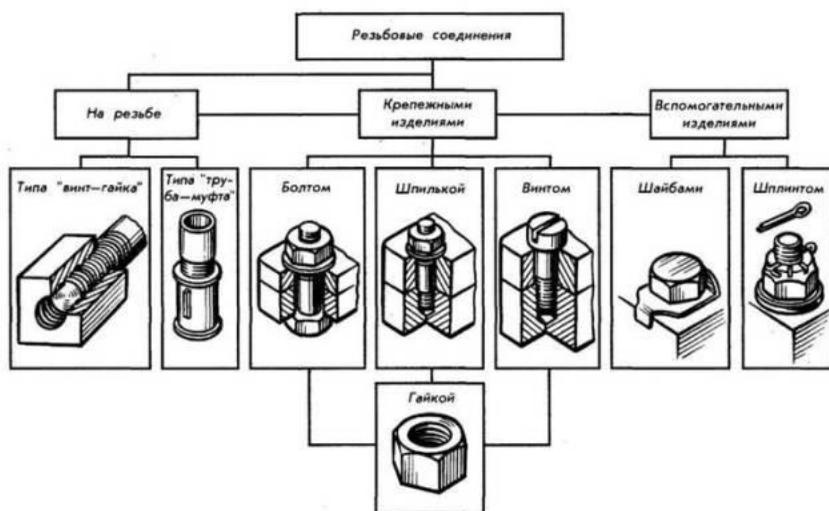


Рисунок 1 – Типы резьбовых соединений

## ОСНОВНЫЕ ПАРАМЕТРЫ РЕЗЬБОВЫХ СОЕДИНЕНИЙ

Основными параметрами резьбы являются диаметр и шаг резьбы, которые определяются ГОСТами или другими стандартами в зависимости от типа соединения и его назначения.

## МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ РЕЗЬБОВЫХ СОЕДИНЕНИЙ

Материалы, используемые для изготовления резьбовых соединений, должны быть подобраны с учетом требований прочности, коррозионной стойкости, температурных условий эксплуатации и других факторов. Например, для работ в агрессивных средах часто применяются нержавеющие стали или специальные антикоррозионные покрытия.

## ПРОЧНОСТЬ И НАДЕЖНОСТЬ

Резьбовые соединения должны обладать достаточной прочностью для передачи нагрузок, которые могут возникать во время эксплуатации. При проектировании и расчете резьбовых соединений учитываются различные факторы, такие как момент сил, усилия на срез и растяжение, а также воздействия окружающей среды.

## МОНТАЖ И ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ

Правильный монтаж резьбовых соединений играет важную роль в их надежности и долговечности. Это включает в себя правильный выбор ключей, динамометрический контроль затяжки, использование специальных прокладок или герметиков при необходимости, а также регулярное техническое обслуживание и проверку состояния соединений.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, резьбовые соединения продолжают оставаться краеугольным камнем в разработке и производстве инженерных систем, подчеркивая важность технологических инноваций и стандартов качества для обеспечения устойчивого развития современной техники и промышленности.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Конструктивные элементы резьбовых соединений [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [https://cherch.ru/soedinenie\\_detaley/konstruktivnie\\_elementi\\_rezbovich\\_soedineniy.html](https://cherch.ru/soedinenie_detaley/konstruktivnie_elementi_rezbovich_soedineniy.html). – Дата доступа 20.05.2024

Представлено 30.05.2024

## КИНЕМАТИКА ПОЛНОГО ПРИВОДА AUDI QUATTRO

### AUDI QUATTRO ALL-WHEEL DRIVE KINEMATICS

**Шкуденков Е А.**, студ, **Евдокимова В. С.**, ст. преп.,  
Белорусский национальный технический университет  
г. Минск, Республика Беларусь  
E. Shkundenkov, student, V. Evdokimova, Senior Lecturer,  
Belarusian National Technical University Minsk, Belarus

*В полноприводных автомобилях энергия поступает на все колеса, что требует большего расхода топлива, но значительно повышает проходимость. Для чего нужна полноприводная трансмиссия в автомобиле и почти quattro лучшая система?*

*In four-wheel drive vehicles? Power is delivered to all wheels? Which requires more fuel consumption but greatly improves off-road capability? Why do you need an all-wheel drive transmission in a car and an almost quattro best system?*

**Ключевые слова:** *полный привод, механика привода, дифференциал.*

**Keywords:** *all-wheel, drive mechanics, differential.*

### ВВЕДЕНИЕ

Система quattro была впервые применена в 1980 году в конструкции автомобиля Audi Quattro (рис. 1) с постоянным полным приводом (сегодня этот автомобиль известен также как Ur-Quattro; «Ur-» – нем. «древний», «пра-»). В дальнейшем термин quattro применялся ко всем полноприводным моделям Audi. По терминологическим причинам, связанным с существованием товарного знака, название системы полного привода quattro пишется со строчной буквы, чтобы принести дань уважения первой модели.

КИНЕМАТИКА ПОЛНОГО ПРИВОДА AUDI QUATTRO устроена довольно тяжело, так как в нем не применяется электроника, а только механика. Разрабатывая полноприводную трансмиссию, немецкие

конструкторы применили оригинальное решение, они не стали использовать классическую «раздатку», а сделали вторичный вал КПП полым и сквозь него пропустили приводной вал на переднюю ось в итоге получилась изящная и компактная конструкция с тремя свободными дифференциалами (передним, межосевым и задним, рис. 2).



Рисунок 1 – Audi urquattro

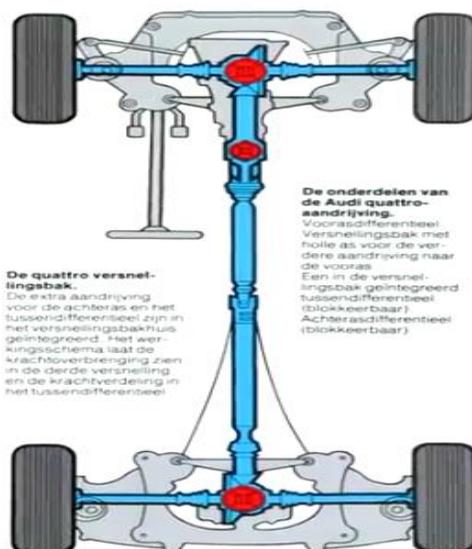


Рисунок 2 – положение дифференциалов

Несложно догадаться, что такая система будет крайне неэффективна на бездорожье, ведь если хоть одно колесо забуксует, то машина не поедет, и поэтому инженеры применили принудительные (ручные) блокировки межосевого и заднего дифференциалов.

Мощность от двигателя передается на зубчатое колесо через ведущую шестерню зубчатое колесо соединено с зубчатым колесом на крестовике вводит дифференциала, которое находится в центре дифференциала, зубчатое колесо на крестовике вводит дифференциала может свободно вращаться либо вместе зубчатым колесом, либо по собственной оси. Зубчатое колесо на крестовике вводит дифференциала в сцеплении с двумя боковыми колесами, таким образом мощность от карданного вала (от двигателя) проходит от зубца к левому и правому колесам (рис. 3).



Рисунок 3 – Дифференциал

При движении прямо шестерни на крестовике неподвижны из-за одинаковой скорости вращения двух колес, но при повороте у колес возникает разный путь и соответственно разная скорость, вот тут и проявляется дифференциал, он дает возможность одновременно получать крутящий момент от двигателя на колесо и при этом может его распределять, т. е. на то колесо у которого больший путь, оно и будет отдавать большую скорость вращения. Глобально все дифференциалы – это конические зубчатые колеса и, в частности, самое главное при их конструировании рассчитать прочность сплава, передаточное число и предусмотреть производственные трудности (рис. 4).

Представим ситуацию, у машины «вывесилось» в воздух одно из колес, а второе осталось на земле и это все на одной оси, при этом здесь применен дифференциал, из-за того, что система всегда идет

по пути наименьшего сопротивления, будет крутиться только то колесо, которое в воздухе, именно в таких ситуациях и применяется блокировка дифференциала, она выключает из работы дифференциал и ось колес становится как бы сплошной и колеса начинают вращаться с одинаковым моментом и скоростью, независимо от того в каких условиях они находятся это позволяет автомобилю выезжать из трудных условий.



Рисунок 4 – Устройство блокировок дифференциалов

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, использование методов инженерной графики для обеспечения безопасности при добыче полезных ископаемых является неотъемлемой частью процесса добычи. Благодаря использованию таких методов и технологий, можно существенно повысить уровень безопасности на месторождениях, снизить количество аварий и улучшить условия труда для персонала, что приведет к повышению эффективности добычи и снижению рисков.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Конструкция автомобилей. Трансмиссия. / О. С. Руктешель [и др.]. – Минск : БНТУ, 2008. – 115 с.

Представлено 30.05.2024

## КОНИЧЕСКАЯ РЕЗЬБА

### TAPERED THREAD

**Ярошевич Д. А.**, студ., **Евдокимова В. С.**, ст. преп.,  
Белорусский национальный технический университет,  
г. Минск, Республика Беларусь  
D. Yaroshevich, student, V. Evdokimova, Senior Lecturer,  
Belarusian National University of Technology, Minsk, Belarus

*Одной из распространенных операций на производстве является нарезка резьбы. Конструкции, выпускаемые современной промышленностью, которые изготовлены из различных материалов: дерево, пластик, металл и другие материалы, скрепляются при помощи резьбовых соединений.*

*One of the common operations in production is thread cutting. Structures produced by modern industry, which are made of various materials: wood, plastic, metal and other materials, are fastened together using threaded connections.*

**Ключевые слова:** коническая резьба, деталь, производство.  
**Keywords:** tapered thread, detail, manufacture.

#### ВВЕДЕНИЕ

Существует много различных видов резьбы. Одной из самых распространенных является коническая.

КОНИЧЕСКОЙ РЕЗЬБОЙ (рис. 1) называется особый вид разъемного соединения, представляющего собой спиралевидные канавки, нанесенных на коническую поверхность трубы или металлического стержня. Данный вид резьбы применяется для повышения качества герметичности и надежности, поэтому ее можно использовать в условиях высоких температур и давления [2].

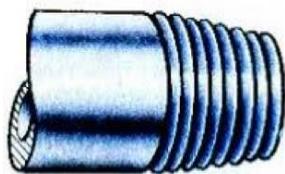


Рисунок 3 – Коническая резьба

Отличие такой резьбы – это нарезка с уменьшенным диаметром к концу трубы, в сравнении с цилиндрической резьбой, у которой диаметр остается постоянным по всей его длине резьбы. Для такого типа соединения существует конусность соединения, что составляет 1:16, и одинаковый угол профиля –  $55^\circ$ . Также для такой резьбы характерна закругленная форма впадин и вершин нарезки. Благодаря своей форме, она может самоцентрироваться при сборке, поэтому облегчается процесс сборки и выравнивания деталей. Ее преимущество состоит в том, что можно сделать нарезку по месту без демонтажа деталей. В данном случае это осуществляют специальными резьбо-нарезными плашками [3].

Для нарезания конической резьбы можно использовать ручной и механический способ. В первом случае используют плашки и метчики. Инструмент имеет специальный профиль, что позволяет создавать качественное соединение при использовании подходящих заготовок и соблюдений технологий. В ручном режиме требуется должная сосредоточенность и внимательность. Он не ориентирован на массовое производство, а на штучное изготовление деталей. Механический способ нарезания рассчитывает на применение профильного оборудования. Это помогает обеспечить высокую воспроизводимость и точность операций. Современные станки владеют широкими способностями настройки, что обеспечивает слаженный рабочий процесс [1].

Для нарезания наружной конической резьбы зачастую используют клуппы, благодаря которым делают новую нарезку, а также восстанавливают геометрию поврежденной. Они имеют отличие от плашек по конструкции. Благодаря первым резцам, которые менее глубокие, можно подготовить поверхность деталей на первых витках и направить резьбу, что способствует меньшему риску искривления [3].

Внутреннюю коническую резьбу можно нарезать с помощью метчиков. Он выполнен как винт из специальной закаленной стали. По конструкции приспособление имеет рабочую часть и хвостовик. Для нарезки резьбы необходимо рабочую часть вставить внутрь трубы и вращать, при этом надо прикладывать усилие к ручке метчикодержателя, в который необходимо зафиксировать приспособление [3].

Сейчас при нарезке резьбы обширно используют две системы единиц измерения. Метрическая и дюймовая коническая резьба являются основными типами конической резьбы. Метрическая (рис. 2), в которой указывается размеры в миллиметрах (например, M8×1 означает резьбу диаметром 8 мм с шагом 1 мм), а дюймовая (рис. 3) – размеры в дюймах (например, 1/2"–14 NPT означает резьбу диаметром 1/2 дюйма с 14 оборотами на дюйм). Кажется, что сложности не смогут возникнуть, так как есть специальные таблицы и коэффициенты для размеров. Но, при пересчете, например, шага и хода резьбы, могут возникнуть трудности, связанные с отличием при переходе от дюймовой резьбы к метрической и наоборот. Эта разница, в основном, возникает из-за отличия градусной меры углов при вершинах. Для дюймовой резьбы – 55°, а для метрической – 60°, отчего меняется форма гребней. Поэтому соединить метрическую деталь в дюймовую или наоборот не получится, потому что существует эта угловая разница [3].

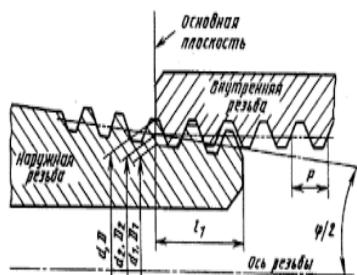


Рисунок 2 – Метрическая коническая резьба

Коническое соединение широко распространено в современной технике, несмотря на сложную нарезку. Она может применяться в различных отраслях. Прежде всего применяется для соединений, работающих под высоким давлением. Это гидравлические системы

и оборудование, трубопроводы подачи масла, охлаждающих жидкостей и воздуха к станкам и другому оборудованию. Также можно найти применение в быту, к примеру, для соединения кранов со шлангами или другими устройствами, в некоторых лампах и светильниках иногда применяют эту резьбу для крепления крепежных элементов, при сборке мебели могут быть использованы болты с коническим соединением и другое. Еще используют специальные переходники с цилиндрической на коническую резьбу для расширения возможности использования этих стандартов [2].



Рисунок 3 – Дюймовая коническая резьба

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Существует большое количества видов резьбы и способов ее нарезки. Но при всей сложности изготовления конической резьбы, она обеспечивает хорошую герметичность без всяких уплотнительных материалов. Коническая резьба применяется в различных отраслях, начиная от промышленности и заканчивая в быту, что делает ее важной и широко используемой. Таким образом, она играет важную роль в современной технике и производстве, а также и в повседневной жизни. Все это благодаря ее основным характеристикам.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Коническая резьба [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.rinscom.com/articles/konicheskaya-rezba/>. – Дата доступа: 11.05.2024.

2.Коническая резьба для труб [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://mekkain.ru/stati/konicheskaya-rezba-dlya-trub.html>. – Дата доступа: 11.05.2024.

3.Коническая резьба: требования, маркировка, особенности [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.gdemoi.ru/blog/gps-glonass-gnss/>.. – Дата доступа: 12.05.2024.

Представлено 30.05.2024

УДК 621.225.2 (088.8)

## **ГРАФИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ СИЛОВОГО ГИДРАВЛИЧЕСКОГО ЦИЛИНДРА С МЕХАНИЧЕСКОЙ ФИКСАЦИЕЙ ШТОКА В ПРОМЕЖУТОЧНЫХ ПОЛОЖЕНИЯХ**

### **GRAPHIC MODELING OF A POWER HYDRAULIC CYLINDER WITH MECHANICAL FIXATION OF THE ROD IN INTERMEDIATE POSITIONS**

**Зелёный П. В.**, канд. техн. наук, доц., **Пилипчук М. А.**, магистр.,  
Белорусский национальный технический университет,  
г. Минск, Республика Беларусь  
Piotr Zialiony, Ph. D. in Eng., Ass. Prof., M. Pilipchuk, Master  
Belarusian National Technical University, Minsk, Belarus

*Рассмотрена необходимость графического моделирования, с целью разработки рекомендаций по конструированию, силового гидравлического цилиндра, в которой предусмотрено механическое блокирование штока с корпусом в промежуточных положениях на основе не самотормозящейся винтовой пары, не препятствующей перемещению штока под давлением рабочей жидкости, но при сбросе давления блокирующей шток, так как свободное вращение винта останавливается гидравлически управляемой фрикционной муфтой.*

*The need for graphic modeling is considered, in order to develop recommendations for the design of a power hydraulic cylinder, which provides for mechanical blocking of the rod with the body in intermediate positions based on a non-self-locking screw pair that does not prevent the movement of the rod under the pressure of the working fluid, but when the pressure is released, the blocking rod, since the free rotation of the propeller is stopped by a hydraulically controlled friction clutch.*

**Ключевые слова:** силовой цилиндр, блокирование штока, механическая фиксация, винтовая пара, надежность, безопасность.

**Keywords:** power cylinder, rod blocking, mechanical fixation, screw pair, reliability, safety.

## ВВЕДЕНИЕ

Силловые цилиндры применяются в качестве исполнительных механизмов. Зачастую их работа циклична – шток фиксируют в промежуточном положении на продолжительное время, причем он может находиться постоянно под нагрузкой. Фиксирование достигается запираемостью полостей силового цилиндра. Но в случае внезапной потери давления в трубопроводе фиксирование прекращается, что чревато возникновением аварийной ситуации – удерживаемый силовым цилиндром механизм под нагрузкой самопроизвольно придет в движение. Во избежание такой ситуации представляется целесообразным обеспечить механическую фиксацию штока силового цилиндра в промежуточных положениях.

## ГРАФИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ СИЛОВОГО ГИДРАВЛИЧЕСКОГО ЦИЛИНДРА

Графическое моделирование силового гидравлического цилиндра с механической фиксацией штока в промежуточных положениях позволит исследовать на виртуальной модели его конструкцию и разработать рекомендации по выбору оптимальных конструктивных параметров (рис. 1).

Моделируемый силовой цилиндр известен по авторскому свидетельству СССР № 918593 [1].

Его основными элементами являются корпус 1, поршень 2 и шток 3. Поршень делит полость корпуса на две части – поршневою 4 и штоковую 5 (рис. 1).

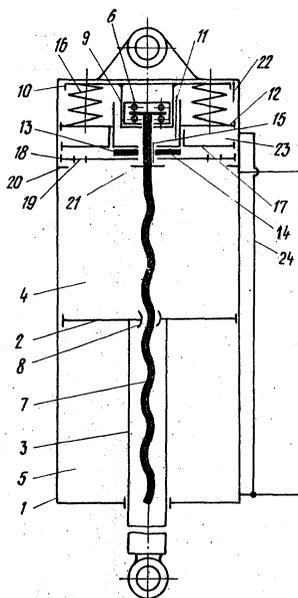


Рисунок 1 – Гидравлический силовой цилиндр с механическим блокированием штока

Шток выполнен полым, и в нем, опираясь одним концом на упорный подшипник 6, установлен ходовой винт 7, образующий с закрепленной на поршне гайкой 8 несамотормозящую винтовую пару. Упорный подшипник установлен в корпусе с возможностью осевого перемещения в стакане 9, выполненном заодно целое с нажимным диском 10, связанном с возможностью осевого перемещения посредством шлиц 11 с подпружиненным поршнем 12. Муфта 13 соединяет винт с корпусом и состоит из диска 14, установленного на винте 7 с возможностью осевого перемещения и связана с ним посредством шлицев 15. В конструкцию также входят нажимные пружины 16, находящиеся между нажимным диском и подпружиненным поршнем, нажимной верхний поршень 17 и нажимная шайба 18 с отверстиями 19, опирающаяся на упоры 20, выполненные в корпусе, и упор 21, выполненный на винте. Нажимной диск установлен в корпусе подвижно и связан с ним посредством шпонки 22. Верхний нажимной поршень образует с подпружиненным поршнем камеру 23, соединенную магистралью 24 со штоковой полостью цилиндра.

Работает устройство следующим образом. В исходном состоянии муфта, связывающая винт, а, следовательно, и шток с корпусом заблокирована нажимными пружинами, и перемещение штока относительно корпуса будет невозможным. Для выдвижения штока или втягивания его в корпус 1, в одну 4 или во вторую 5 полость корпуса по соответствующим магистралям нагнетают жидкость. Она воздействует на поршень 2, создавая усилие для его перемещения, но также воздействует и на нажимной поршень 17 или подпружиненный поршень 12 (в зависимости от того, в каком направлении необходимо переместить шток – выдвинуть или втянуть). В результате, муфта 14 разблокирует винт 7, и он, так как образует с гайкой 8 не самотормозящуюся винтовую пару, не будет препятствовать перемещению штока на необходимое расстояние.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В нужном положении давление в магистралях сбрасывают, и муфта заблокирует винт от свободного проворачивания, и шток будет заблокирован с корпусом.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Силовой цилиндр : а. с. SU 918593 / П. В. Зелёный [и др.]. – Оpubл. 07.04.82.

Представлено 25.05.2024

## ПНЕВМАТИЧЕСКИЙ СИЛОВОЙ ЦИЛИНДР С МЕХАНИЧЕСКОЙ ФИКСАЦИЕЙ ПОРШНЯ В ПРОМЕЖУТОЧНЫХ ПОЛОЖЕНИЯХ

PNEUMATIC POWER CYLINDER WITH MECHANICAL  
FIXATION OF THE PISTON IN INTERMEDIATE POSITIONS

**Зелёный П. В.**, канд. техн. наук, доц., **Пилипчук М. А.**, магистр.,  
Белорусский национальный технический университет,  
г. Минск, Республика Беларусь  
**Piotr Zialiony**, Ph. D. in Eng., Ass. Prof., **M. Pilipchuk**, Master,  
Belarusian National Technical University, Minsk, Belarus

*Проанализирована конструкция силового пневматического цилиндра, в которой предусмотрено механическое блокирование штока с корпусом в промежуточных положениях путем защемления тел качения в конической кольцеобразной полости, образованной между внутренней цилиндрической поверхностью корпуса силового цилиндра и коническими поверхностями деталей, посаженными на шток. Механическое блокирование исключает возможные смещения штока при блокировании его с корпусом, обуславливаемое упругостью воздуха как рабочей газообразной среды, повышая надежность и безопасность работы силового цилиндра.*

*The design of a power pneumatic cylinder is analyzed, which provides for mechanical blocking of the rod with the body in intermediate positions by pinching the rolling elements in a conical ring-shaped cavity formed between the inner cylindrical surface of the power cylinder body and the conical surfaces of the parts mounted on the rod. Mechanical blocking eliminates possible displacement of the rod when it is blocked with the body, caused by the elasticity of air as a working gaseous medium, increasing the reliability and safety of the power cylinder.*

**Ключевые слова:** *силовой цилиндр, блокирование штока, защемление тел качения, надежность, безопасность.*

**Keywords:** *power cylinder, rod blocking, pinching of rolling elements, reliability, safety.*

## ВВЕДЕНИЕ

Пневматические силовые цилиндры применяются в качестве исполнительных механизмов приводов. Их преимуществом является то, что в качестве рабочей среды для воздействия на поршень используется окружающий воздух, то есть экономическая целесообразность – налицо. Но при блокировании в промежуточных положениях путем запираания воздуха в полостях силового цилиндра, сталкиваются с той проблемой, что это блокирование получается упругим из-за сжимаемости воздуха, как и любой газовой среды. Это небезопасно в ряде случаев, и во избежание чего представляется целесообразным обеспечивать механическую фиксацию штока с корпусом в промежуточных положениях.

**ПНЕВМАТИЧЕСКИЙ СИЛОВОЙ ЦИЛИНДР С МЕХАНИЧЕСКОЙ ФИКСАЦИЕЙ ШТОКА В ПРОМЕЖУТОЧНЫХ ПОЛОЖЕНИЯХ** путем защемления тел качения между поршнем и внутренней поверхностью цилиндрического корпуса обеспечит необходимую относительную неподвижность штока и корпуса.

Данный силовой цилиндр известен по авторскому свидетельству СССР № 1190096 (рис. 1) [1].

Пневматический силовой цилиндр состоит из корпуса 1, представляющего собой цилиндрическую гильзу 2, закрытую с торцов крышками 3 и 4, поршня 5 со штоком 6 и фиксирующих его элементов 7 и 12 в виде тел качения. Фиксирование обеспечивается установленными на штоке 6 зажимами 8 и 9 с коническими поверхностями 10 и 11 и упомянутыми телами качения 7 и 12, размещенными в кольцевых зазорах 13 между зажимами 8 или 9 и внутренней поверхностью цилиндрической гильзы 2. На наружной поверхности 14 гильзы 2 подвижно установлена бандажная втулка 15, связанная со штоком 6, кронштейном 16 и, по крайней мере, тремя равномерно расположенными тягами 17. Втулка 15 установлена на расстоянии от наружного конца 18 штока 6, равном расстоянию от того же конца 18 штока 6 до места установки зажимов 8 и 9. Поршень 5 образован установленными на шпильке 19 верхней 20 и нижней 21 частей посредством втулок 22 и 23. Зажимы 8 и 9 разделены упорным кольцом 24, а тела качения 7 и 12 поджаты тарельчатыми пружинами 25. В крышках 3 и 4 выполнены каналы 26 для подсоединения штоковой 27 и бесштоковой 28 полостей к источнику давления воздуха. Корпус

1 имеет монтажные цапфы 29, вмонтированные в крышку 4 с диаметрально противоположных сторон.

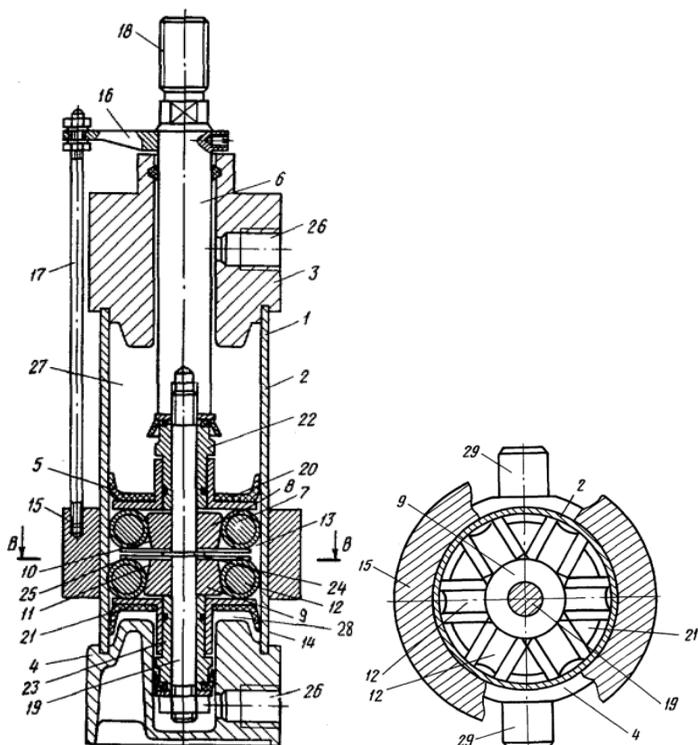


Рисунок 1 – Пневматический силовой цилиндр с механическим блокированием штока

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ.

Работает устройство таким образом, что при отсутствии давления в полостях силового цилиндра тела качения 7 и 12 защемляются в конических кольцевых зазорах 13 с усилием тем большим, чем больше осевая нагрузка на шток. Но при подаче давления воздуха в одну из полостей силового цилиндра 27 или 28 (в зависимости от необходимого направления перемещения штока) одна из подвижных частей поршня 20 или 21 контактирующая с телами качения, соответственно, 7 или 12, выведет тела качения из-за защемления, и перемещения штока станет возможным.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Силовой цилиндр : а. с. SU 1190096 / П. В. Зелёный, В. В. Яцкевич. – Оpubл. 15.05.84.

Представлено 20.05.2024

УДК 621.225.2 (088.8)

### **ГИДРАВЛИЧЕСКИЙ СИЛОВОЙ ЦИЛИНДР С МЕХАНИЧЕСКИМ БЛОКИРОВАНИЕМ ПОРШНЯ СО ШТОКОМ В ПРОМЕЖУТОЧНЫХ ПОЛОЖЕНИЯХ**

### **HYDRAULIC POWER CYLINDER WITH MECHANICAL LOCKING OF THE PISTON AND ROD IN INTERMEDIATE POSITIONS**

**Зелёный П. В.**, канд. техн. наук, доц., **Пилипчук М. А.**, магистр.,  
Белорусский национальный технический университет,  
г. Минск, Республика Беларусь  
Piotr Zialiony, Ph. D. in Eng., Ass. Prof., M. Pilipchuk, Master,  
Belarusian National Technical University, Minsk, Belarus

*Проанализирована конструкция силового пневматического цилиндра, в которой предусмотрено механическое блокирование штока с корпусом в промежуточных положениях путем защемления тел качения в конической кольцеобразной полости, образованной между внутренней цилиндрической поверхностью корпуса силового цилиндра и коническими поверхностями деталей, посаженными на шток. Механическое блокирование исключает возможные смещения штока при блокировании его с корпусом, обуславливаемое упругостью воздуха как рабочей газообразной среды, повышая надежность и безопасность работы силового цилиндра.*

*The design of a power pneumatic cylinder is analyzed, which provides for mechanical blocking of the rod with the body in intermediate positions by pinching the rolling elements in a conical ring-shaped cavity formed*

*between the inner cylindrical surface of the power cylinder body and the conical surfaces of the parts mounted on the rod. Mechanical blocking eliminates possible displacement of the rod when it is blocked with the body, caused by the elasticity of air as a working gaseous medium, increasing the reliability and safety of the power cylinder.*

**Ключевые слова:** силовой цилиндр, блокирование штока, механическое фиксирование, винтовая пара, надежность, безопасность.

**Keywords:** power cylinder, rod blocking, mechanical fixation, screw pair, reliability, safety.

## ВВЕДЕНИЕ

Силовые цилиндры – это исполнительные элементы гидравлических приводов. Они могут или постоянно находиться в режиме движения, например, в экскаваторах и различного вида погрузчиках, или работать эпизодически, основную часть времени смены находясь в заблокированном состоянии. Наиболее ярким примером этому являются аутригеры. Блокирование осуществляется, как правило, запираанием полостей силового цилиндра, после того как лапы аутригера выдвинутся, и подъемно-транспортная машина зависнет на них для выполнения определенной работы. Это зависание необходимо для обеспечения жесткой неподвижности машины во избежание ее раскачивания в процессе работы, что особенно имело бы место, если машина базируется на пневматических колесах. Но гидравлическое запираание силового цилиндра не совсем надежно.

Во-первых, жидкость может перетекать из полости в полость силового цилиндра через недостаточное его уплотнение в полости корпуса, например, по причине его износа или внезапного разрушения.

Кроме того, гидромагистрали, по которым подводится масло к гидроцилиндру, также могут потерять герметичность, отсоединившись по недосмотру, а то и вовсе разрушившись по какой-то причине. Избежать возможных последствий от таких аварийных ситуаций позволит механическое блокирование штока силового цилиндра с его корпусом взамен гидравлическому запираанию [1].

ГИДРАВЛИЧЕСКИЙ СИЛОВОЙ ЦИЛИНДР С МЕХАНИЧЕСКИМ БЛОКИРОВАНИЕМ ПОРШНЯ СО ШТОКОМ В ПРОМЕЖУТОЧНЫХ ПОЛОЖЕНИЯХ на основе не самотормозящейся винтовой пары [1] можно усовершенствовать, повысив его надежность согласно изобретению (рис. 1) [2].

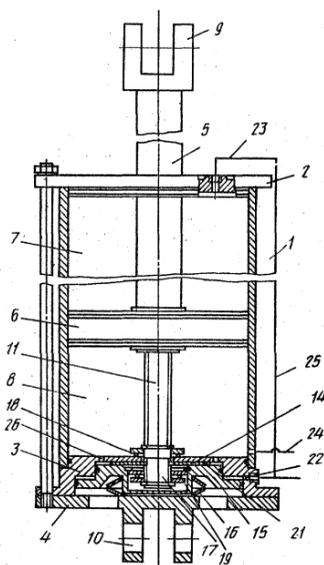


Рисунок 1. Гидравлический силовой цилиндр с механическим блокированием штока и поршня

Он содержит корпус в виде цилиндрической гильзы 1, верхней крышки 2, торцевой стенки 3 и нижней крышки 4, а также шток 5, выведенный наружу сквозь герметично уплотненное отверстие в верхней крышке 2. Конец штока, находящийся в полости корпуса снабжен поршнем 6, делящим ее на две полости – штоковую 7 и поршневою 8. На верхнем конце штока 5 имеется монтажная проушина 9. Вторая монтажная проушина 10 находится в нижней крышке 4. Нижняя крышка связана со штоком посредством винта 11 и гайки 13, образующих несамотормозящуюся винтовую пару. При этом шток выполнен полым (12) для расположения в нем винта. Имеется также фрикционный тормоз, состоящий из фрикционного диска 14 и нажимного поршня 15, поджатого пружиной 16. На винте

11 имеется хвостовик 17, пропущенный через торцовую стенку 3 и выполненный с двумя осевыми опорами 18 и 19 противоположного действия, фиксирующими винт 11 от смещения в одном направлении относительно торцовой стенки 3, а в другом направлении – относительно нажимного поршня. Осевые опоры могут быть выполнены посредством двух упорных односторонних подшипников качения 18 и 19 или стопорных колец 20. Фрикционный диск 14 расположен в полости 21 управления фрикционным тормозом.

#### ЗАКЛЮЧЕНИЕ.

Управление фрикционным тормозом для разблокирования штока осуществляется по давлению рабочей среды в штоковой и поршневой полостях, поступающей по магистралям 22–25.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Силовой цилиндр: а. с. SU 918593 / П. В. Зелёный [и др.]. – Оpubл. 07.04.82.
2. Силовой цилиндр: а. с. SU 1740811 / П. В. Зелёный, В. В. Яцкевич. – Оpubл. 15.06.92.

Представлено 20.05.2024

**ГЕОМЕТРИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ ДОПУСТИМОГО  
КУРСОВОГО УГЛА ПРОПАШНОГО МАШИННО-  
ТРАКТОРНОГО АГРЕГАТА В МЕЖДУРЯДЬЯХ**

**GEOMETRICAL CALCULATION OF THE PERMISSIBLE  
HEADING ANGLE OF A ROW CROPPING MACHINE  
AND TRACTOR UNIT IN BETWEEN ROWS**

**Зелёный П. В.**, канд. техн. наук, доц., **Леонович А. С.**, студ.,  
Белорусский национальный технический университет,  
г. Минск, Республика Беларусь  
P. Zialiony, Ph. D. in Eng., Ass. Prof., A. Leonovich, student.,  
Belarusian National Technical University, Minsk, Belarus

*Рассмотрен вопрос геометрического расчета допустимого курсового угла пропашного машинно-тракторного агрегата в междурядьях для определения защитных зон растений возделываемых сельскохозяйственных культур, геометрических параметров ходовой системы трактора и рабочих органов навешиваемой на него сельскохозяйственной машины (орудия) с целью обеспечения агротехнической проходимости агрегата.*

*The issue of geometric calculation of the permissible heading angle of a row-crop machine-tractor unit in the inter-row spaces is considered to determine the protective zones of plants of cultivated crops, the geometric parameters of the tractor running system and the working parts of the agricultural machine (implement) mounted on it in order to ensure the agrotechnical cross-country ability of the unit.*

*Ключевые слова: машинотракторный агрегат, пропашные культуры, междурядная обработка, курсовой угол, защитные зоны, агротехническая проходимость*

*Keywords: machine-tractor unit, row crops, inter-row cultivation, heading angle, protective zones, agrotechnical cross-country ability*

## ВВЕДЕНИЕ

Основным требованиям к пропашным машинотракторным агрегатам является вписываемость своей геометрией в междурядья возделываемых сельскохозяйственных культур. Проезжая в междурядьях, движители ходовой системы трактора не должны чрезмерно угнетать корневую систему растений сельскохозяйственной культуры, не говоря уже о недопустимости повреждения их и трактором, и навешенной на него сельскохозяйственной машиной. Для того, чтобы обеспечивать управление (маневрирование) в междурядьях, машинотракторному агрегату должна быть обеспечена возможность двигаться с определенным курсовым углом (некоторая поперечная свобода), определяемым защитными зонами растений, с одной стороны, и геометрическими параметрами ходовой системы машинотракторного агрегата, с другой.

ГЕОМЕТРИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ ДОПУСТИМОГО КУРСОВОГО УГЛА ПРОПАШНОГО МАШИНО-ТРАКТОРНОГО АГРЕГАТА В МЕЖДУРЯДЬЯХ должен вестись от приемлемой величины защитной зоны растений той или иной сельскохозяйственной культуры (рис. 1). От него, естественно, зависят геометрические параметры движителей трактора и рабочих почвообрабатывающих органов сельскохозяйственной машины (сельхозорудия).

Величина защитных зон растений зависит от среднеквадратичных отклонений растений и траекторий рабочих органов машины, а также от конструкции рабочих органов, глубины обработки почвы и вида выполняемой технологической операции. К примеру, при культивации междурядий ширина защитных зон растений в зависимости от конструкции и назначения почвообрабатывающих лап составляет 0,06–0,25 м. Основой системы координат для отсчета углов отклонения продольной оси трактора и колес является их положение в междурядьях (рис. 1). Значения курсового угла движения трактора следует определять, используя зависимость

$$\operatorname{tg}\beta = \frac{0,5C - S_3 - 0,5b_n \pm r_n \operatorname{tg}\theta_1}{L + r_n + a_p},$$

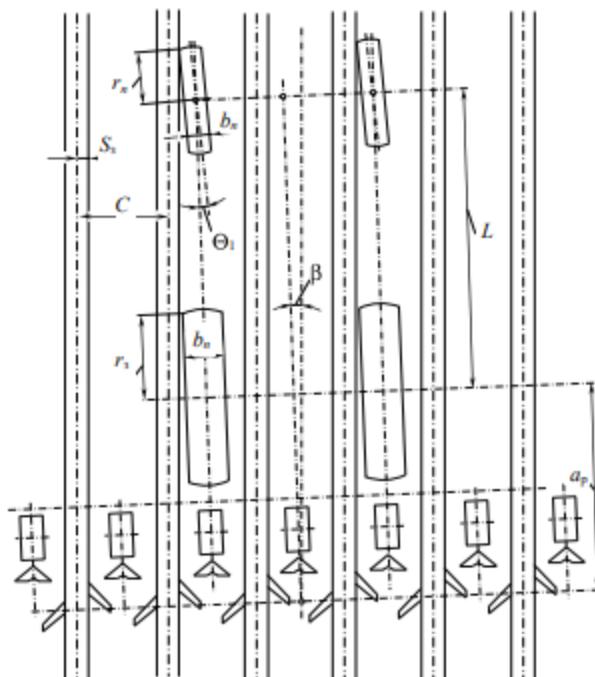


Рисунок 1 – Схема к геометрическому расчету допустимого курсового угла пропашного машинно-тракторного агрегата в междурядьях

где  $C$  – ширина междурядий;  $L$  – продольная база трактора;  $a_p$  – расстояние от оси задних движителей трактора до рабочих органов почвообрабатывающего орудия;  $S_3$  – защитная зона растений;  $b_n$  – ширина профиля передних колесных движителей;  $r_n$  – радиус колес передних движителей;  $\Theta_1$  – угол поворота колес передних движителей для обеспечения движения агрегата в междурядьях.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Геометрический расчет курсового угла пропашного машинно-тракторного агрегата в междурядьях позволяет оптимизировать ширину междурядий и параметры ходовой системы трактора.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Яцкевич, В. В. Влияние траектории движения машинно-тракторного агрегата на эрозию почвы / Яцкевич В.В., Зелёный П.В. //

УДК 631.372:629.114

**ДОПУСТИМЫЕ ОТКЛОНЕНИЯ ТРАЕКТОРИИ АГРЕГАТА  
ОТ ГОРИЗОНТАЛИ МЕСТНОСТИ ДЛЯ РАЗЛИЧНЫХ  
ДОПУСТИМЫХ УКЛОНОВ ТРАЕКТОРИИ**

**PERMISSIBLE DEVIATIONS OF THE UNIT TRAJECTORY  
FROM THE TERRAIN HORIZONTAL FOR DIFFERENT  
PERMISSIBLE TRAJECTORY SLOPES**

**Зелёный П. В.**, канд. техн. наук, доц., **Маковская В. М.**, студ.,  
Белорусский национальный технический университет,  
г. Минск, Республика Беларусь  
P. Zialiony, Ph. D, Ass. Prof., V. Makovskaya, student,  
Belarusian National Technical University, Minsk, Belarus

*Рассмотрен вопрос необходимости выполнения рабочих ходов сельскохозяйственными машинотракторными агрегатами строго вдоль горизонталей пересеченной местности при минимальных отклонениях от курса для сдерживания губительного влияния водной эрозии полей, причем допустимая величина этих отклонений с увеличением поперечного уклона местности ужесточатся асимптотически.*

*The issue of the need to perform working moves by agricultural machine and tractor units strictly along the horizontal lines of rough terrain with minimal deviations from the course to curb the destructive influence of water erosion of fields is considered, and the permissible value of these deviations will become asymptotically tougher with increasing transverse slope of the terrain.*

**Ключевые слова:** *машинотракторный агрегат, водная эрозия полей, горизонталь местности, допустимый уклон траектории.*

**Keywords:** *machine-tractor unit, water erosion of fields, terrain contours, permissible trajectory slope.*

## ВВЕДЕНИЕ

Водная эрозия почвы является одной из причин выведения сельхозугодий из ежегодного севооборота. Она наступает вследствие того, что в период обильных дождей и снеготаяния, вода, перемещаясь вначале вдоль образовавшихся борозд и следов ходовых систем сельскохозяйственной техники, затем собирается в потоки, движущиеся поперек них, смывая плодородный верхний слой, а то и приводя к нарушению микро- и макрорельефа поля, вынося на поверхность подстилающий неплодородный грунт (рис. 1) [1].



Рисунок 1 – Намыв почвы из-за водной эрозии поля на пересеченной местности

ДОПУСТИМЫЕ ОТКЛОНЕНИЯ ТРАЕКТОРИИ АГРЕГАТА ОТ ГОРИЗОНТАЛИ МЕСТНОСТИ ДЛЯ РАЗЛИЧНЫХ ДОПУСТИМЫХ УКЛОНОВ ТРАЕКТОРИИ в функции поперечного наклона пересеченной местности, на которой находятся сельхозугодия, важно не нарушать при выполнении сельскохозяйственных работ, особенно, почвообрабатывающих. Влияние на допустимую величину угла отклонения  $\chi$  траектории движения агрегат от горизонталей местности угла  $\alpha$  поперечного наклона поля, как явствует из приведенных зависимостей на рис. 2, существенно для всех допустимых уклонов  $m$  траектории. Все указанные величины связывает зависимость [2]:

$$\sin \xi = \frac{\sin \mu}{\sin \alpha},$$

где  $\xi$  – угол отклонения траектории агрегата от горизонтали;  $m$  – допустимый уклон траектории;  $\alpha$  – угол склона.

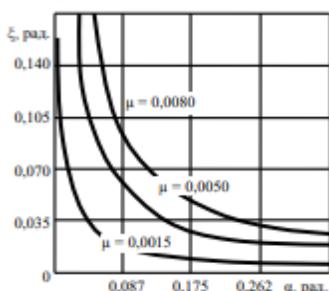


Рисунок 2 – Допустимые отклонения траектории агрегата от горизонтали местности в функции крутизны склона для различных допустимых уклонов траектории



Рисунок 3 – Специальный трактор со стабилизацией в вертикальном положении для движения вдоль горизонталей местности

Данные по допустимому уклону траектории  $m$ , хотя и разнятся [2], но в любом случае остаются настолько жесткими, что вынуждают прибегать, особенно, в гористой местности к использованию специальных тракторов для агрегатирования с сельхозмашинами, которые приспособлены следованию вдоль горизонталей

местности благодаря стабилизации ходовой системы и остова в вертикальном положении, осуществляемой автоматически (рис. 3) [1].

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Основным требованием к выполнению рабочих ходов машинотракторными агрегатами в условиях пересеченной местности является обеспечение движения строго вдоль горизонталей местности для снижения губительного влияния водной эрозии почвенный горизонт полей, включаемых в ежегодный севооборот.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Яцкевич, В. В. Влияние траектории движения машинно-тракторного агрегата на эрозию почвы / В. В. Яцкевич, П. В. Зелёный // Наука и техника = Science & Technique : международный научно-технический журнал, 2013. – № 6. С. 49–56.

2. Хачатрян, Х. А. Стабильность работы почвообрабатывающих агрегатов / Х. А. Хачатрян. – М.: Машиностроение, 1974. – 206 с

Представлено 30.05.2024

**СТАБИЛИЗАЦИЯ ПОЛОЖЕНИЯ ГРУЗОНЕСУЩИХ  
ПЛАТФОРМ ВО ВНЕДОРОЖНЫХ УСЛОВИЯХ  
ПЕРЕСЕЧЕННОЙ МЕСТНОСТИ**

**STABILIZATION OF THE POSITION OF LOAD-CARRYING  
PLATFORMS IN OFF-ROAD CONDITIONS OF ROUGH TERRAIN**

**Зелёный П. В.**, канд. техн. наук, доц., **Маковская В. М.**, студ.,  
Белорусский национальный технический университет,  
г. Минск, Республика Беларусь  
**P. Zialiony**, Ph. D. in Eng., Ass. Prof., **V. Makovskaya**, student,  
Belarusian National Technical University, Minsk, Belarus

*Рассмотрена конструкция полуприцепной грузонесущей платформы, обеспечивающей на наклонной опорной поверхности стабилизацию горизонтального положения за счет перемещения по высоте колес одного из бортов – в зависимости от направления поперечного наклона опорной поверхности. Стабилизация положения грузонесущей платформы повысит сохранность груза в условиях его транспортировки во внедорожных условиях пересеченной местности, устойчивость и безопасность транспортных работ.*

*The design of a semi-trailer load-carrying platform is considered, which provides stabilization of the horizontal position on an inclined supporting surface by moving the height of the wheels of one of the sides - depending on the direction of the transverse inclination of the supporting surface. Stabilizing the position of the load-carrying platform will increase the safety of cargo during its transportation in off-road, rough terrain conditions, stability and safety of transport operations.*

**Ключевые слова:** грузонесущая платформа, поперечный крен, стабилизация положения, устойчивость движения, безопасность

**Keywords:** load-carrying platform, lateral roll, position stabilization, motion stability, safety

## ВВЕДЕНИЕ

Для устойчивого движения во внедорожных условиях пересеченной местности стабилизация грузонесущей платформы в горизонтальном положении, а ходовой системы в вертикальном положении является необходимым условием [1].

СТАБИЛИЗАЦИЯ ПОЛОЖЕНИЯ ГРУЗОНЕСУЩИХ ПЛАТФОРМ ВО ВНЕДОРОЖНЫХ УСЛОВИЯХ ПЕРЕСЕЧЕННОЙ МЕСТНОСТИ может достигаться, например, перемещением колес ходовой системы по высоте [1]. При этом колеса будут занимать вертикальное положение, что обеспечит высокую устойчивость их курсового движения. В целом такая грузонесущая платформа будет обладать также и высокой устойчивостью к опрокидыванию на поперечном склоне.

Один из возможных вариантов реализации такого устройства проиллюстрирован на примере тракторного полуприцепа (рис. 1).

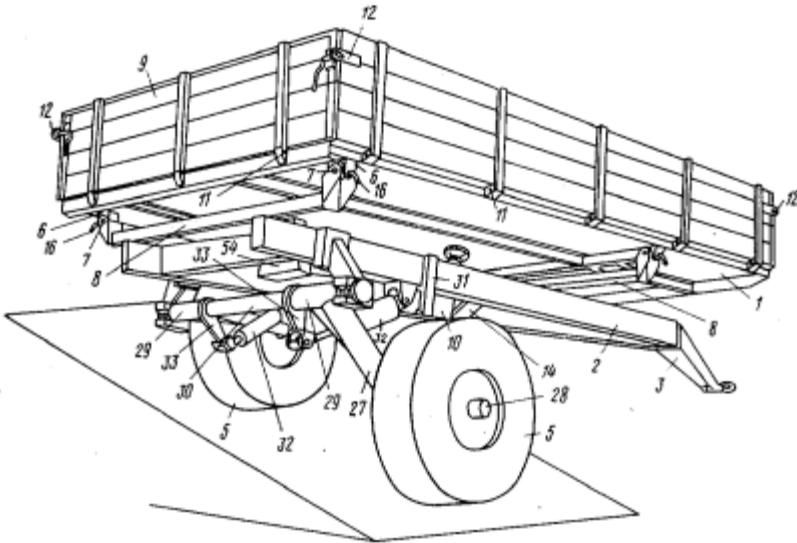


Рисунок 1 – Тракторный полуприцеп со стабилизацией в горизонтальном положении на поперечной наклонной поверхности

Полуприцеп состоит из грузонесущей платформы 1, установленной на раме 2, снабженной прицепным дышлом 3 с петлей 4 на конце,

и двух опорных пневматических колес 5. Платформа опирается на раму посредством кронштейнов 6, снабженных вставными пальцами 7, установленными на концах поперечин 8. Совместно с бортами 9, установленными на шарнирах 11, платформа 1 образует кузов для перевозки сыпучих грузов. Вверху предусмотрены фиксаторы бортов 12.

Колеса 5 установлены на раме 2 посредством рычагов 27, несущими полуоси 28 колес. Вторые концы рычагов 27 снабжены стаканами 29, посаженными на горизонтальную ось 30 для поворота в продольной вертикальной плоскости. В исходном положении рычагов 27 рама опирается на них упорами 31. Поворачиваются рычаги силовыми цилиндрами 32 двухстороннего действия, шарнирно связанными с рамой 2 и , рычагом 27 в точке, смещенной относительно оси поворота последнего посредством плеча 33, прикрепленного к стакану 29.

Работает устройство следующим образом. На поперечном склоне силовой цилиндр, подключенный к автоматической гидравлической системе, управляемой датчиком поперечного крена, поворачивает рычаг, в направлении, при котором несущее опорное колесо одного из бортов перемещается вниз на необходимое расстояние, обеспечивая удержание платформы 1 в горизонтальном положении. вниз.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Стабилизация положения грузонесущей платформы прицепного транспортного средства в горизонтальном положении, а колес его ходовой системы в вертикальном положении вкуче обеспечат высокую безопасность транспортных работ во внедорожных условиях пересеченной местности, а также сохранность транспортируемых грузов.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Саморазгружающаяся тракторная тележка со стабилизацией положения остова : а. с. SU 1235759 / П. В. Зелёный, В. П. Заречкий. – Оpubл. 07.06.86.

Представлено 30.05.2024

## ГЕОМЕТРИЯ БРОНИ ВКУПЕ С ЕЕ СВОЙСТВАМИ – ОСНОВА ЗАЩИЩЕННОСТИ ВОЕННОЙ ТЕХНИКИ

### ARMOR GEOMETRY COUPLED WITH ITS PROPERTIES IS THE BASIS OF MILITARY EQUIPMENT SECURITY

**Мельник Д. Д.**, студ., **Зелёный П. В.**, канд. техн. наук, доц.,  
Белорусский национальный технический университет,  
г. Минск, Республика Беларусь  
D. Melnik, student, P. Zeleny, Ph.D. in Eng., Ass. Prof.,  
Belarusian National Technical University, Minsk, Belarus

*В статье рассмотрен вопрос важности изучения влияния на защиту военной техники от внешних воздействий не только свойств применяемых материалов, но и геометрии изготовленных из них защитных конструкций вкпе с динамической защитой последних поколений.*

*The report addresses the importance of studying the influence on the protection of military equipment from external influences not only of the properties of the materials used, but also of the geometry of protective structures made from them, coupled with dynamic protection of the latest generations.*

**Ключевые слова:** геометрия брони, защитная функция, динамическая защита, многослойная броня, военная техника.

**Keywords:** geometry armor, protective function, dynamic protection, multi-layer armor, military equipment.

#### ВВЕДЕНИЕ

С течением времени и развитием технологий защита танка, то есть его броня, претерпевала многочисленные доработки, как с химической, так и инженерной точки зрения. С начала броня была противопульной, потом, с появлением противотанковых орудий, стала противоснарядной. На смену монолитной пришла конструктивная, или как её ещё называют комбинированная.

**БРОНЕЗАЩИЩЕННОСТЬ ВОЕННОЙ ТЕХНИКИ** зависит не только от свойств брони и ее видов, но и геометрии конструкции, в которую она реализуется. Самое худшее, как известно, если снаряд будет встречаться с броней под прямым углом. Это самый короткий путь для его проникновения внутрь защищаемого объекта, и, кроме того, не приходится рассчитывать на рикошет снаряда – вся энергия будет уходить на разрушение брони в таком случае. Так что геометрия брони имеет важное значение, что было подмечено издавна. Броня – это прочный и вязкий материал, обладающий высокими механическими характеристиками, чтобы быть преградой для различных внешних воздействий.

Различают катанную и многослойную броню. И та и другая могут иметь динамическую защиту.

Катаная броня – это броня, подвергнутая специальной обработке сдавливанием. При этом кристаллиты металла вытягиваются, а включения между ними и микropopы равномерно распределяются, что приводит к существенному упрочнению и уплотнению металла.

Гомогенная броня производится из одного конкретного сплава и имеет однородный состав, естественно.

Гетерогенная броня имеет монолитную слоистую структуру, и в ее производстве используется несколько сплавов с разными физическими свойствами. Например, верхний слой выполняется более твердым, и потому он хрупкий, а нижний – более мягкий и вязкий. Благодаря этому сердечник бронебойного снаряда разрушается о верхний твердый слой. Нижний же слой – улавливает образующиеся осколки, не допуская их проникновение внутрь.

Существует еще и, так называемая, динамическая защита, принцип действия которой состоит заключается в противоположно направленном полете снаряда взрыве для снижения его пробития. Различают четыре типа динамической защиты.

Первый был сугубо противокумулятивным и отличался малой эффективностью от кинетических боеприпасов. Второй тип уже неплохо противостоял кинетическим снарядам, и логически воплотился в более совершенный третий тип динамической защиты – самый распространенный. Четвертый тип – еще более совершенный, за счет активизации динамической защиты до столкновения боеприпаса с броней.

Дальнейшее развитие броня получила в оппозиционности, представляя собой комбинацию несколько слоёв металлических или неметаллических плит зачастую различной толщины. Многослойная броня выигрывает у монолитной в защищенности от кумулятивных снарядов. Например, бронирование танка Т-64 – это сталь и стеклопластик. Такая комбинация обладает высокой гибкостью, стойкостью к высокотемпературному воздействию. Использовали также в ней ультрафарфор и стеклотекстолит.

Ультрафарфор, а по-другому – радиофарфор, представляет собой вид фарфора с добавкой оксида бария. Этот материал обладает низкими диэлектрическими потерями и высокой механической прочностью по сравнению с традиционным фарфором.

К одной из самых эффективных комбинаций брони относят комбинацию с керамикой. Такое сочетание при правильной геометрии бронирования дает 2-х кратную прибавку к эквиваленту брони. Так, слой керамики в 100 мм дает такую же защиту, как лист стали толщиной 200 мм. Благодаря этому получается большая выгода в массе конструкции броневой защиты (керамика легче стали), а также предоставляется возможность увеличивать защищаемое внутреннее пространство.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Обеспечение защищенности военной техники зиждется с одной стороны на свойствах материала, используемого в броневой защите, с другой – на том, какая рациональная геометрия будет придана этому изделию, чтобы максимально способствовать вкуче с динамической защитой отражению снарядов.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Катаная броня [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D0%B0%D1%82%D0%B0%D0%BD%D0%B0%D1%8F\\_%D0%B1%D1%80%D0%BE%D0%BD%D1%8F](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D0%B0%D1%82%D0%B0%D0%BD%D0%B0%D1%8F_%D0%B1%D1%80%D0%BE%D0%BD%D1%8F). – Дата доступа: 21.05.2024.
2. Динамическая защита танков (СССР, РФ) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [https://btvt.narod.ru/4/kontakt5\\_.htm](https://btvt.narod.ru/4/kontakt5_.htm). – Дата доступа: 22.05.2024.

3. Бронирование современных отечественных танков [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://btvt.narod.ru/4/armor.htm>. – Дата доступа: 22.05.2024.

Представлено 30.05.2024

УДК 681.2

## ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ ПРИБОРЫ В МЕТЕРОЛОГИИ

### MEASURING INSTRUMENTS IN METEROLOGY

**Цумарев Я. Д.**, студ., **Зелёный П. В.**, канд. техн. наук, доц.,  
Белорусский национальный технический университет,  
г. Минск, Республика Беларусь  
Y. Tsumarev, student, P. Zeleny, Ph. D. in Eng., Ass. Prof.,  
Belarussian National Technical University, Minsk, Belarus

*Проведен анализ принципиальных конструкций приборов, используемых на метеорологических станциях, показаны преимущества и недостатки некоторых из них и важность проведения метеорологических исследований.*

*An analysis of the fundamental designs of instruments used at meteorological stations is carried out, the advantages and disadvantages of some of them and the importance of conducting meteorological research are shown.*

**Ключевые слова:** метеорологические приборы, анемометр, барометры, психрометр, гидрометрическая вертушка, осадкомер, балансомер, гелиограф.

**Keywords:** meteorological instruments, anemometer, barometers, psychrometer, hydrometer, precipitation gauge, balance gauge, heliograph.

## ВВЕДЕНИЕ

В метеорологии ведется замер скорости ветра, его направления, давления, температуры и влажности воздуха, продолжительности свечения солнца, интенсивности солнечной радиации, количества

осадков. Измерения производят специализированными приборами, использующие различные механические, гидростатические и электронные принципы работы.

ИЗМЕРИТЕЛЬНЫМИ ПРИБОРАМИ В МЕТЕОРОЛОГИИ являются анемометры, барометры, психрометры, гидрометрические вертушки, гелиографы, балансомеры, осадкомеры.

Анемометрами измеряют скорость воздушного потока. Принципиально они могут быть чашечными, лопастными, ультразвуковыми, а также пневмоанемометры и тепловые анемометры. Чаще всего используют первые два типа анемометра. У чашечного анемометра крыльчатка выполнена в виде трех или четырех полых полушарий или закругленных конусов. Ось крыльчатки должна располагаться перпендикулярно потоку воздуха. В лопастном анемометре конструкция близка к вентиляторам. Его достоинство, что он может также измерять и направление воздушного потока благодаря тому, что поток воздуха, устремляясь параллельно оси вращения крыльчатки, поворачивает ее в нужном направлении. Ультразвуковой анемометр работает за счет измерения скорости звука между двумя элементами. Пневмоанемометр измеряет скорость потока воздуха, обтекающему термометры психрометра. Тепловые анемометры измеряют теплопотерю нагретого тела, помещенного в холодный воздушный поток. Используется также анеморумбограф, состоящий из лопастного анемометра, установленного на вращающейся оси, перпендикулярной оси вращения крыльчатки.

Барометр предназначен для измерения давления воздуха. Различают жидкостные, механические и электронные барометры. Обычно устанавливаются anerоиды, то есть механические барометры. Жидкостный барометр содержит сообщающиеся сосуды, обычно запаянной с одного конца трубки, или трубки, помещенной в открытую чашу. Воздушное давление, приложенное к открытому концу или чаше, заставляет подниматься уровень жидкости (ртути, как правило) в трубке. Электронный барометр содержит в себе датчики давления, которые реагируют на давление воздушного столба.

Психрометр используется для измерения температуры и влажности воздуха, состоящий из двух термометров, один из которых (сухой) замеряет температуру помещения или окружающей среды, второй мокрый находится в сосуде с водой, и обмотан тканью.

Гидрометрическая вертушка предназначена для измерения скорости потока воды.

Гелиограф измеряет продолжительность свечения солнца. Состоит из стеклянного шара и ленты, крепящейся сзади. При попадании на шар солнечного света, лучи фокусируются и прожигают ленту. По длине прожженного определяют продолжительность свечения.

Балансомер основан на термоэлектрическом эффекте. В приборе имеются две пластины – одна пластина измеряет все излучение солнца, а другая измеряет отраженное от какой-либо измеряемой поверхности.

Осадкомер используется для определения количества выпавших осадков.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Комплексы из данных приборов называют метеорологическими станциями. Метеостанции чаще всего состоят из анемометров, анероидов и психрометров.

## ЛИТЕРАТУРА:

1. Анемометр. Характеристика. Виды [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.анероид.рф/info/articles/anemometr.htm>. – Дата доступа: 22.05.2024.

2. Барометр-Анероид. Характеристики. Виды [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.анероид.рф/info/articles/barometr.htm>. – Дата доступа: 23.05.2024.

3. Барометры, виды, принцип работы и применение [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://m-focus.ru/barometry-vidy-princip-raboty-i-primeneniye/>. – Дата доступа: 23.05.2024.

4. Барометры - метеорологические приборы для измерения атмосферного давления [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://pp-66.ru/katalog/gidrometeorpribory/barometry>. – Дата доступа: 23.05.2024.

5. Балансомер «Пеленг СФ-08» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://datchiki.com/product/balansomer-peleng-sf-08/>. – Дата доступа: 23.05.2024.

6. Гелиограф [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://meteo59.ru/book/pribory-i-nablyudeniya/geliograf.php>. – Дата доступа: 23.05.2024.

7. Гидрометрические вертушки [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://gazoanalit.ru/catalog/gidrometricheskie-vertushki/>. – Дата доступа: 23.05.2024.

8. Жидкостный барометр [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://meteorologist.ru/zhidkostnyiy-barometr.html>. – Дата доступа: 23.05.2024.

9. Значение слова «метеоцентр» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://kartaslov.ru/%D0%B7%D0%BD%D0%B0%D1%87%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D0%B5-%D1%81%D0%BB%D0%BE%D0%B2%D0%B0/%D0%BC%D0%B5%D1%82%D0%B5%D0%BE%D1%86%D0%B5%D0%BD%D1%82%D1%80>. – Дата доступа: 23.05.2024.

10. М63-МР Анеморумбограф [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://pp66.ru/katalog/meteorolog/samopiscy/m63\\_mr\\_a/](http://pp66.ru/katalog/meteorolog/samopiscy/m63_mr_a/). – Дата доступа: 22.05.2024.

11. Мачта метеорологическая М-82 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://datchiki.com/product/machta-meteorologicheskaja-m-82/>. – Дата доступа: 23.05.2024.

12. Метеорологические приборы [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.booksite.ru/fulltext/1/001/008/075/981.htm>. – Дата доступа: 23.05.2024.

13. Осадкомеры, пловниографы [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [https://poltraf.ru/nablyudatelnye\\_stantsii\\_i\\_kompleksy/osadki/Osadkomegy/](https://poltraf.ru/nablyudatelnye_stantsii_i_kompleksy/osadki/Osadkomegy/). – Дата доступа: 23.05.2024.

14. ПО-30 Анемометр (Пневмоанемометр) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://pp66.ru/katalog/kontrolya/izmereniya/po-30\\_anemometr/](http://pp66.ru/katalog/kontrolya/izmereniya/po-30_anemometr/). – Дата доступа: 22.05.2024.

15. Психрометры [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://gazoanalit.ru/catalog/psikhrometry/>. – Дата доступа: 23.05.2024.

16. Тепловой анемометр [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [https://www.kipis.ru/info/index.php?ELEMENT\\_ID=2260030](https://www.kipis.ru/info/index.php?ELEMENT_ID=2260030). – Дата доступа: 22.05.2024.

17. Ультразвуковой анемометр [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://rep.bntu.by/bitstream/handle/data/74347/24-25.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. – Дата доступа: 22.05.2024.

18. Что такое метеостанция [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://gyarta.com/articles/chto-takoe-meteostanciya/>. – Дата доступа: 23.05.2024.

Представлено 30.05.2024

УДК 621.548

## ВЕТРОГЕНЕРАТОРЫ

### WIND GENERATORS

**Кратик Н. Ю.**, студ., **Пашкевич П. А.**, студ.,  
**Дорогокупец Т. В.**, ст. преп.,  
Белорусский национальный технический университет  
г. Минск, Республика Беларусь  
N. Kratik, student, P. Pashkevich, student,  
T. Dorogokupets, Senior Lecturer,  
Belarusian National Technical University, Minsk, Belarus

*В данной статье рассматриваются основные принципы работы ветрогенераторов, преимущества и недостатки использования ветроэнергетики, а также современные тенденции развития ветроэнергетики в мире и в Беларуси.*

*This article discusses the basic principles of operation of wind generators, advantages and disadvantages of using wind energy, as well as current trends in the development of wind energy in the world and in Belarus.*

**Ключевые слова:** ветрогенератор, ветроэнергетика, электроэнергия

**Keywords:** wind generators, wind energy, electricity.

## ВВЕДЕНИЕ

В современном мире проблема изменения климата становится все более острой, и все больше внимания уделяется поиску альтернативных источников энергии. Одним из наиболее перспективных и экологически чистых источников энергии являются ветрогенераторы, которые используют энергию ветра для производства электроэнергии.

**ВЕТРОГЕНЕРАТОРЫ** – это устройства, которые преобразуют кинетическую энергию ветра в механическую энергию вращения лопастей ротора, а затем в электрическую энергию с помощью генератора. Принцип работы достаточно прост: вращение лопастей, закрепленных на оси устройства, приводит к круговым движениям роторгенератора, благодаря чему вырабатывается электроэнергия.

Получаемый нестабильный переменный ток «стекает» в контроллер, где он преобразуется в постоянное напряжение, способное зарядить батареи. Оттуда питание поступает на инвертор, где оно трансформируется в переменное напряжение с показателем 220/380 В, которое и подается потребителям.

К недостаткам ветрогенераторов можно отнести следующее:

- недостаточная эффективность – ветрогенераторы могут быть неэффективными в зависимости от местоположения и скорости ветра;
- шум и вибрации – ветрогенераторы могут создавать шум и вибрации, что может быть неприятным для окружающих жителей;
- воздействие на птиц и других животных – ветрогенераторы могут представлять опасность для птиц и других животных, которые могут столкнуться с лопастями или пострадать от изменения их среды обитания;
- визуальное загрязнение – для некоторых людей ветрогенераторы могут быть неприятными с точки зрения внешнего вида и визуального загрязнения ландшафта;
- требования к местоположению – для установки промышленных ветрогенераторов требуется большая площадь земли;
- зависимость от погоды, постоянного потока ветра, производство энергии может быть непредсказуемым и нестабильным, покрывая лишь базовый график нагрузок;

– обслуживание и ремонт – ветрогенераторы требуют регулярного обслуживания и ремонта, что может быть дорого и затруднительно, особенно в отдаленных районах;

– утилизация, вышедших из строя и превысивших срок эксплуатации;

– большой срок окупаемости в связи с большей себестоимости киловатта «зеленой» электроэнергии, чем у традиционной энергетики.

Преимущества:

– ветрогенераторы являются экологически чистым источником энергии, так как при их работе не происходит выбросов вредных веществ и углекислого газа;

– преимущество над традиционными источниками энергии в том, что ветрогенераторы используют неисчерпаемый источник энергии ветра; ветрогенераторы могут быть установлены на различных местах, включая открытые пространства, морские платформы и даже на крышах зданий;

– ветрогенераторы могут быть использованы как для малых домашних нужд, так и для больших производственных объектов, что делает их универсальным источником энергии;

– простота конструкции ветрогенератора, которая делает его надёжным и не требует регулярного контроля оператора в процессе работы; низкие эксплуатационные расходы, независимость от колебаний цен на топливо.

С каждым годом все большее внимание уделяется заботе об экологии и количеству выбросов вредоносных газов в атмосферу. Поэтому зеленая энергетика рассматривается не только как альтернативный вариант энергии, но и как дополнительный ее источник.

В настоящее время Китай, США, Германия, Индия и Испания наиболее активно инвестируют в развитие ветроэнергетики, создавая новые ветропарки и модернизируя существующие.

В Беларуси также наблюдается интерес к развитию ветроэнергетики. В 2019 году был запущен первый ветропарк в стране мощностью 25,2 МВт. Правительство Беларуси планирует дальнейшее развитие данной отрасли и увеличение доли ветроэнергии в общем объеме производства электроэнергии.

Перспективы использования ветрогенераторов в будущем связаны с их постоянным улучшением и совершенствованием техноло-

гий. Развитие более эффективных и экономически выгодных ветрогенераторов позволит увеличить долю ветроэнергии в энергетической системе различных стран, что способствует снижению выбросов парниковых газов и борьбе с изменением климата.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, ветроэнергетика является важным элементом перехода к устойчивой энергетике и уменьшению воздействия на окружающую среду, Увеличение доли ветроэнергии в энергетической системе позволит снизить зависимость от ископаемых видов топлива и создать более экологически чистую и устойчивую энергетику.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Ветрогенератор [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://ru.wikipedia.org/wiki/>. – Дата доступа: 25.05.2024.

2. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://sovet-ingenera.com/eco-energy/generators/kineticheskij-vetrogenerator.html>. – Дата доступа: 25.05.2024.

Представлено 30.05.2024

## АНАЛИЗ УЛУЧШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ В СОВРЕМЕННЫХ ГОРОДАХ

### EFFICIENCY IMPROVEMENT ANALYSIS ELECTRICITY SUPPLY IN MODERN CITIES

**Райченко А. Е.**, студ., **Шкода А.С.**, студ.,  
**Дорогокупец Т. В.**, ст. преп.,  
Белорусский национальный технический университет  
г. Минск, Республика Беларусь  
A. Rauchenok, student, A. Shkoda, student,  
T. Dorogokupets, Senior Lecturer,  
Belarusian National Technical University, Minsk, Belarus

*В данной статье рассматриваются основные аспекты улучшения эффективности электроснабжения в городских условиях, а также затрагивается вопрос роли инженерной графики в проектировании и анализе электроснабжения.*

*This article discusses the main aspects of increasing the efficiency of power supply under standard conditions, and also addresses the issue of engineering graphics in the design and analysis of power supply.*

**Ключевые слова:** электроснабжение, энергоэффективность, источник энергии.

**Keywords:** electricity supply, energy efficiency, energy source.

#### ВВЕДЕНИЕ

Эффективное электроснабжение является одной из ключевых задач современных городов. С ростом урбанизации и увеличением численности населения, спрос на электроэнергию постоянно возрастает, что требует от энергетической инфраструктуры повышения надежности и эффективности.

РАССМОТРИМ ОСНОВНЫЕ АСПЕКТЫ АНАЛИЗА улучшения эффективности электроснабжения в городских условиях.

Первым шагом является тщательный анализ текущей инфраструктуры электроснабжения, а именно:

- проверка состояния электросетей, трансформаторов, подстанций и других ключевых элементов; мониторинг и управление потреблением энергии – современные технологии, такие как умные счетчики и системы управления энергией, позволяют собирать и анализировать данные в реальном времени, что способствует более эффективному распределению ресурсов;

- идентификация слабых мест и потерь, например, устаревшие линии электропередач, неэффективные трансформаторы и точки перегрузки.

Для улучшения эффективности необходимо произвести:

- модернизацию инфраструктуры, одним из ключевых шагов является замена устаревшего оборудования на современные, энергоэффективные аналоги. Это включает обновление линий электропередач, установка высокоэффективных трансформаторов и других компонентов;

- интеграцию возобновляемых источников энергии - солнечная и ветровая энергия могут значительно снизить нагрузку на традиционные электростанции. Внедрение локальных источников возобновляемой энергии, таких как солнечные панели на крышах домов и зданий, позволят не только сократить выбросы CO<sub>2</sub>, но и уменьшить потери при передаче энергии;

- развивать умные сети (smart grids), которые позволят обеспечить двустороннюю связь между поставщиком и потребителем и более гибко управлять распределением энергии. Такие системы могут автоматически балансировать нагрузку, предотвращать перегрузки и аварии, а также способствуют более рациональному использованию ресурсов;

- обучение и информирование потребителей о способах экономии энергии. Образовательные программы и кампании по информированию могут мотивировать жителей и бизнесы к более ответственному и рациональному потреблению электроэнергии;

- повысить энергоэффективность зданий - внедрение энергоэффективных технологий, таких как светодиодное освещение, системы автоматизации зданий (BMS) и улучшение теплоизоляции, может существенно сократить потребление энергии.

Отметим теперь роль инженерной графики в проектировании и анализе систем электроснабжения, так использование специализированного программного обеспечения для создания подробных чертежей и моделей электрических сетей позволяет инженерам визуализировать сложные системы, оптимизировать их конфигурацию и предвидеть возможные проблемы. Трехмерное моделирование и симуляции помогают оценивать эффективность различных решений и разрабатывать наиболее оптимальные схемы распределения электроэнергии. Инженерная графика позволяет создавать подробные схемы и модели электрических сетей, что упрощает понимание их структуры и работы.

В качестве примеров можно привести использование программ, таких как AutoCAD или EPLAN, для создания схем распределения электроэнергии. Эти схемы отображают расположение трансформаторов, линий электропередач и распределительных щитов.

Программное обеспечение, такое как SolidWorks или Revit, позволяет создавать трехмерные модели зданий и инфраструктуры с интегрированными системами электроснабжения. Такие модели помогают визуализировать, как электрические компоненты вписываются в общую архитектуру здания.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Эффективность электроснабжения в современных городах можно значительно повысить путем комплексного подхода, включающего анализ текущего состояния, модернизацию инфраструктуры, интеграцию возобновляемых источников энергии и развитие умных сетей. Эти меры не только обеспечат стабильное и надежное снабжение электроэнергией, но и будут способствовать устойчивому развитию городов, снижению выбросов парниковых газов и улучшению качества жизни горожан.

## ЛИТЕРАТУРА

1. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [https://studopedia.ru/14\\_14951\\_istoriya-sozdaniya-i-oblast-primeneniya-asinhronnih-dvigatelay.html](https://studopedia.ru/14_14951_istoriya-sozdaniya-i-oblast-primeneniya-asinhronnih-dvigatelay.html). – Дата доступа: 25.05.2024.
2. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://carscomfort.ru/asinhronnyj-dvigat...> – Дата доступа: 25.05.2024.

Представлено 30.05.2024

## АСИНХРОННЫЕ ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛИ

### ASYNCHRONOUS MOTORS

**Янч А. Г.**, студ., **Молчанович Е. В.**, студ.,  
**Дорогокупец Т. В.**, ст. преп.,  
Белорусский национальный технический университет,  
г. Минск, Республика Беларусь  
A. Yanch, student, E. Molchanovich, student,  
T. Dorogokupets, Senior Lecturer,  
Belarusian National Technical University, Minsk, Belarus

*В данной статье рассмотрены типы асинхронных двигателей, дан анализ их достоинств и недостатков.*

*This article discusses the types of asynchronous motors and provides an analysis of their advantages and disadvantages.*

**Ключевые слова:** асинхронный двигатель, ротор, статор.

**Keywords:** asynchronous motor, rotor, stator.

#### ВВЕДЕНИЕ

Впервые конструкция трехфазного асинхронного двигателя была разработана, создана и опробована русским инженером М. О. Доливо-Добровольским в 1889–1891 годах. Демонстрация первых двигателей состоялась на Международной электротехнической выставке во Франкфурте на Майне в сентябре 1891 года. На выставке было представлено три трёхфазных двигателя разной мощности. Самый мощный из них имел мощность 1.5 кВт и использовался для приведения во вращение генератора постоянного тока. Конструкция асинхронного двигателя, предложенная Доливо-Добровольским, оказалась очень удачной и является основным видом конструкции этих двигателей до настоящего времени.

АСИНХРОННЫЙ ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЬ – это тип электродвигателя переменного тока, в котором скорость вращения ротора (вторичной обмотки) отличается от скорости вращения магнитного поля

статора (первичной обмотки). Это различие скоростей известно как скольжение.

В настоящее время асинхронные машины используются в основном в режиме двигателя. Машины мощностью больше 0.5 кВт обычно выполняются трехфазными, а при меньшей мощности – однофазными.

Асинхронный электродвигатель был создан для удовлетворения потребности в надежном, недорогом и эффективном электродвигателе переменного тока.

За прошедшие годы асинхронные двигатели нашли очень широкое применение в различных отраслях промышленности и сельского хозяйства. Их используют в электроприводе металлорежущих станков, подъёмно-транспортных машин, транспортеров, насосов, вентиляторов. Маломощные двигатели используются в устройствах автоматики.

Широкое применение асинхронных двигателей объясняется их достоинствами по сравнению с другими двигателями: высокая надёжность, возможность работы непосредственно от сети переменного тока, простота обслуживания.

Существуют различные типы асинхронных электродвигателей, в том числе:

- двигатели с короткозамкнутым ротором, самый распространенный тип асинхронного двигателя, - ротор состоит из медных или алюминиевых стержней, закороченных с двух сторон;

- двигатели с фазным ротором - ротор состоит из трехфазной обмотки, подключенной к пусковому устройству. Пусковое устройство используется для регулирования пускового тока и повышения пускового момента;

- двухскоростные двигатели - имеют две отдельные обмотки статора, которые могут подключаться для обеспечения двух различных скоростей;

- многоскоростные двигатели - имеют несколько обмоток статора, которые могут подключаться для обеспечения различных скоростей.

Среди достоинств асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором по сравнению с машинами других типов можно выделить следующее: простота изготовления, относительная дешевизна, высо-

кая надёжность в эксплуатации, невысокие эксплуатационные затраты, возможность включения в сеть без каких-либо преобразователей (для нагрузок, не нуждающихся в регулировке скорости). Все вышеперечисленные достоинства являются следствием отсутствия механических коммутаторов в цепи ротора, это и привело к тому, что большинство электродвигателей, используемых в промышленности – это асинхронные машины с короткозамкнутым ротором.

К недостаткам асинхронного двигателя можно отнести небольшой пусковой момент; значительный пусковой ток (может достигать 6 номиналов и более); отсутствие возможности регулирования скорости при подключении непосредственно к сети и ограничение максимальной скорости частотой сети (для АДКЗ, питаемых непосредственно от трёхфазной сети 50 Гц — 3000 об/мин); сильная зависимость (квадратичная) электромагнитного момента от напряжения питающей сети (при изменении напряжения в 2 раза вращающий момент изменяется в 4 раза, а у ДПТ вращающий момент зависит от напряжения питания якоря в первой степени, что более благоприятно); низкий коэффициент мощности.

Самый совершенный подход к устранению вышеуказанных недостатков - это питание двигателя от статического частотного преобразователя.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Асинхронный электродвигатель является важным компонентом во многих отраслях промышленности. Несмотря на некоторые недостатки, асинхронный электродвигатель остается одним из самых распространенных типов электродвигателей, используемых на сегодняшний день. Его надежность, долговечность, низкая стоимость и высокий КПД делают его идеальным выбором для широкого спектра применений.

## ЛИТЕРАТУРА

1. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [https://studopedia.ru/14\\_14951\\_istoriya-sozdaniya-i-oblast-primeneniya-asinhronnih-dvigatelay.html](https://studopedia.ru/14_14951_istoriya-sozdaniya-i-oblast-primeneniya-asinhronnih-dvigatelay.html). – Дата доступа: 15.05.2024.

2. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://carscomfort.ru/asinhronnyj-dviga....> – Дата доступа: 15.05.2024.

Представлено 30.05.2024

## ПНЕВМАТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА ТОРМАЗОВ ТЯГАЧЕЙ

### PNEUMATIC SYSTEM OF TRACTION BRAKES

**Деревлёв Ю. А.**, студ., **Толстик И. В.**, ст. преп.,  
Белорусский национальный технический университет  
г. Минск, Республика Беларусь  
Y. Derevlev, student, I. Tolstik, Senior Lecturer,  
Belarusian National Technical University, Minsk, Belarus

*В статье рассмотрена пневматическая система тормозов тягачей, как улучшение качества вождения и безопасности транспортным средством, показана схема работы и тенденции развития пневмосистем в настоящее время.*

*The article considers the pneumatic system of tractor brakes as an improvement of driving quality and vehicle safety, the scheme of operation and trends in the development of pneumatic systems at present.*

**Ключевые слова:** пневматическая система, тормоза, тягач.  
**Keywords:** pneumatic system, brakes, tractor.

#### ВВЕДЕНИЕ

Пневматическая тормозная система – система, используемая для обеспечения безопасного и эффективного торможения, при этом, для работы используется сжатый воздух, поэтому ее и называют пневматической. В настоящее время это самое популярное решение на грузовом транспорте.

#### ОСНОВНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ ПНЕВМАТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ

Пневматическая система тягачей имеет огромное количество составляющих: компрессор, регулятор давления, осушитель, защитный клапан, ресивер, тормозная педаль, основная камера, ручной тормозной рычаг, энергоаккумуляторы, манометр и другие. Каждый элемент такой системы является незаменимым, потому что от него зависит безопасность управления транспортным средством.

## СХЕМА РАБОТЫ ПНЕВМОСИСТЕМЫ ТОРМОЗОВ

Компрессорная система приступает к работе вместе с запуском двигателя, она качает атмосферный воздух. Он очищается от влаги в специальном устройстве, так как только сухой газ может обеспечить бесперебойную работу тормозов. Распределительный механизм защищает систему от полного исчезновения газа. После включения педали тормоза сжатый газ передвигается по системе к колесам, тем самым, осуществляя удар и торможение автомобиля. С помощью рычага системы парковки давление также сбрасывается из аккумулятора энергии перед движением автомобиля.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Пневматическая тормозная система грузовика технически сложна. Каждый её элемент должен работать бесперебойно, в течение всего времени эксплуатации. При понимании общей схемы работы всех элементов пневматической тормозной системы, возможно вовремя проводить правильное техническое обслуживание. Безопасность автомобиля будет зависеть от надлежащего технического обслуживания тормозов, поэтому каждый автомобиль должен регулярно проверяться высококвалифицированным мастером, что позволяет своевременно выявлять технические неполадки.

В настоящее время конструкция транспортных средств стремительно развивается. Тормозам, как важнейшим элементам безопасности машины уделяется повышенное внимание. На наш взгляд, тенденциями в развитии пневмосистем в тягачах являются: электрификация и автоматизация, улучшенная энергоэффективность, использование новых материалов, интеграция с другими системами, а также, улучшенная диагностика и обслуживание.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Савич, Е. Л., Устройство автомобилей: учеб. пособие с грифом МО РБ / Е. Л. Савич, А. С. Гурский, Е. А. Лагун. – Минск: РИПО, 2018. – С. 248–251.

2. Савич, Е. Л., Техническое обслуживание и ремонт автомобилей: учеб. пособие / Е. Л. Савич, А. С. Гурский; под общ. ред. Е. Л. Савича. – Минск: РИПО, 2019. – С. 189–210.

Представлено 24.05.2024

**СВЯЗЬ И ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ ПРЕДМЕТА «ИНЖЕНЕРНАЯ ГРАФИКА» СО СПЕЦИАЛЬНОСТЬЮ «МЕТРОЛОГИЯ, СТАНДАРТИЗАЦИЯ И КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА»**

CONNECTION AND INTERACTION OF THE SUBJECT  
“ENGINEERING GRAPHICS” WITH THE SPECIALTY  
“METROLOGY, STANDARDIZATION AND QUALITY CONTROL”

**Куприянова А. Р.**, студ., **Дорогокупец Т. В.**, ст. преп.,  
Белорусский национальный технический университет  
г. Минск, Республика Беларусь  
A. Kuprianova, student, T. Dorogokupets, Senior Lecturer,  
Belarusian National Technical University, Minsk, Belarus

*В данной статье анализируется роль инженерной графики при подготовке высококвалифицированных специалистов в области метрологии, стандартизации и контроля качества на примерах применения графической интерпретации данных.*

*This article analyzes the role of engineering graphics in the training of highly qualified specialists in the field of metrology, standardization and quality control using examples of the use of graphical interpretation of data.*

**Ключевые слова:** инженерная графика, чертежи, графики, диаграммы, техническая документация, визуализация.

**Keywords:** engineering graphics, drawings, graphs, diagrams, technical documentation, visualization.

## ВВЕДЕНИЕ

Метрология, стандартизация и контроль качества – это наука об измерениях, методах и средствах обеспечения их единства и способах достижения требуемой точности. С ее помощью достигается, контролируется и обеспечивается уровень качества выпускаемой продукции, повышается конкуренция различных предприятий.

ИНЖЕНЕРНАЯ ГРАФИКА ИГРАЕТ КЛЮЧЕВУЮ РОЛЬ В ОБЛАСТИ МЕТРОЛОГИИ, стандартизации и контроля качества, поскольку она обеспечивает создание и интерпретацию технической документации, необходимой для проектирования, изготовления и проверки продукции. Ее связь с метрологией проявляется в создании точных чертежей и схем, которые служат основой для измерений и анализа размеров и формы объектов. Стандартизация и нормативная база в инженерной графике не только обеспечивают единые методы и правила оформления технической документации, но и устанавливают стандарты качества и требования к изделиям и процессам производства.

Кроме того, инженерная графика является эффективным способом взаимодействия между инженерами, дизайнерами, технологами и другими специалистами, позволяя им совместно разрабатывать идеи, проектировать детали и обсуждать технические решения на единой визуальной основе. Улучшение коммуникации внутри коллектива способствует сокращению времени на разработку и внедрение новых продуктов, а также способствует улучшению взаимодействия между сотрудниками.

Инженерная графика способствует развитию пространственного воображения и логического мышления, которые являются важными навыками для специалистов, занимающихся техническим регулированием. Их задача заключается в том, чтобы уметь представлять себе сложные технические объекты и процессы, анализировать их структуру и свойства, а также находить оптимальные решения для улучшения качества производимой ими продукции. Инженерная графика в метрологии и контроле качества играет важную роль в обеспечении точности, надежности и соответствия продукции требованиям, которые заданы.

Если говорить о более практическом применении графической интерпретации данных в инженерной графике и метрологии, то это охватывает широкий спектр областей и задач. Ниже представлены практические примеры использования такого подхода:

– применение контрольных карт и диаграмм рассеяния, для мониторинга и контроля параметров качества продукции, что позволяет выявлять аномалии и отклонения в производственных процессах и своевременно принимать меры по их устранению;

– создание технических чертежей, схем и моделей с использованием графических методов для визуализации и документирования проектируемых изделий, что позволяет инженерам анализировать и оптимизировать конструкции, учитывая требования качества и стандарты;

– использование графических методов для визуализации результатов испытаний материалов и анализа их характеристик, а именно: построение графиков напряжения-деформации, диаграммы распределения размеров частиц и другие методы, которые позволяют оценить свойства материалов и принять решения об их применении;

– мониторинг и контроль производственных процессов с использованием контрольных карт и других графических методов, что позволяет обеспечить стабильность и надежность процессов производства, предотвращая возможные дефекты и сбои;

– использование графических методов для анализа и оценки эффективности производственных процессов и систем управления качеством, что позволяет выявлять потенциальные улучшения и оптимизировать процессы с целью повышения производительности и качества продукции.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На основе вышеизложенного можно сделать вывод о том, что взаимодействие между инженерной графикой, метрологией, стандартизацией и контролем качества играет важную роль в обеспечении высокого уровня и надежности производимой продукции, а также является ключевым фактором для подготовки высококвалифицированных специалистов, способных успешно решать задачи в области технического регулирования и обеспечения качества продукции.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Василенко, В. Н. Основы инженерной графики / В. Н. Василенко. – М.: Издательский центр «Академия», 2018. – 320 с.
2. Егоров, А. А. Технические измерения и контроль качества / А. А. Егоров. – М.: Машиностроение, 2019. – 288 с.

Представлено 30.05.2024

## **ВИДЫ И ФОРМЫ ТОПОГРАФИЧЕСКОГО РЕЛЬЕФА В ВОЕННОМ ИСКУССТВЕ И ВОЕННОЙ ТОПОГРАФИИ**

### **TYPES AND FORMS OF TOPOGRAPHIC RELIEF IN MILITARY ART AND MILITARY TOPOGRAPHY**

**Тарасевич А. С.**, студ., **Толстик И. В.**, ст. преп.,  
Белорусский национальный технический университет  
г. Минск, Республика Беларусь  
A. Tarasevich, student, I. Tolstik, Senior Lecturer,  
Belarusian National Technical University, Minsk, Belarus

*В статье рассмотрена топография в военном деле как предмет изучения курсантами повышения их тактических навыков, внимательности, наблюдательности, способности к анализу и умению делать выводы о влиянии местности при выполнении боевых задач.*

*The article examines topography in military affairs as a subject of study by cadets to improve their tactical skills, attentiveness, observation, ability to analyze and the ability to draw conclusions about the influence of terrain when performing combat missions.*

**Ключевые слова:** инженерная графика, карта, рельеф, топография, военная топография.

**Keywords:** engineering graphics, map, relief, topography, military topography.

#### **ВВЕДЕНИЕ**

Инженерная графика очень тесно связана с топографией. Топография – это наука, изучающая форму, высоту и особенности земной поверхности. Инженерная графика используется в сочетании с топографией для создания карт, чертежей, диаграмм и других графических изображений, которые инженеры и архитекторы используют для проектирования и строительства объектов на поверхности земли.

## РЕЛЬЕФ МЕСТНОСТИ В ВОЕННОМ ДЕЛЕ

В военном деле под местностью понимается участок земной поверхности, на котором происходят боевые действия, а неровности земной поверхности – это и есть рельеф. Объекты местности – это все объекты на поверхности земли, созданные трудом человека или природой. Рельеф можно разделить на равнины, холмы и горы.

Равнины характеризуются небольшими высотами и менее крутыми склонами. Высота обычно не превышает 300 м. В тактическом смысле характеристики равнинной местности определяются степенью волнистости и растительным покровом. Равнинная местность благоприятна для организации и проведения наступательных операций и неблагоприятна для обороны.

Холмистая местность характеризуется волнистой поверхностью, образующей холмы высотой до 500 м и 30–250 м над уровнем моря, часто с крутыми склонами от 3° до 4°. В целом такая местность выгодна как для атаки, так и для обороны.

Горная местность – это местность, где поверхность земли выше, чем окружающая местность. Боевые действия в горной местности проходят в особых условиях. Горная местность может скрывать расположение и передвижение войск, облегчать организацию засад, взведение инженерных заграждений и маскировку.

При построении профилей рельефа на основе топографических карт формируются навыки быстрого ориентирования по рельефному характеру карты, а чтение карты упрощает построение прикладных задач, связанных с прокладкой различных маршрутов.

## ИЗОБРАЖЕНИЕ РЕЛЬЕФА НА КАРТАХ

Рельеф на топографических картах изображается с помощью Балтийской системы высот, то есть системы расчета абсолютной высоты от среднего уровня воды Балтийского моря, а эта система изображается с помощью горизонталей.

Можно сказать, что горизонталь – это кривая линия на карте, которая равнозначна наземной контурной линии, где все точки равноудалены над уровнем моря.

Выделяют следующие вида горизонталей: основные, дополнительные и вспомогательные линии. Основные линии соответствуют высоте рельефа, а вот дополнительные горизонтальные линии прово-

дятся пунктиром на половине высоты основной горизонтальной линии. И закрывают это все вспомогательные линии, которые проводятся в виде тонких, коротких, прерывистых линий на любой высоте.

## ТОПОГРАФИЯ В ВОЕННОМ ДЕЛЕ

Благодаря военной топографии, военнослужащий может использовать аэрофотоснимки и топографические карты при выполнении различных боевых задач. Эти знания необходимы для изучения местности, ориентирования на местности и других вопросов по анализу местности в целях выполнения боевой задачи подразделением.

На военных топографических картах принято делить всю поверхность Земли на прямоугольники фиксированных размеров. Положение точек на поверхности Земли отсчитывается в декартовой системе координат. Это наиболее удобная система координат для быстрого составления карт и топографических расчетов. Чем крупнее масштаб декартовой системы координат, тем точнее карта. В военной местности наряду с картами используются топографические карты. Топографические карты – это нарисованные от руки планы, имеющие универсальное назначение, на которых изображен примерный план местности. Военная топография, это особый раздел топографии, который приспособлен для нужд вооружённых сил.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Изучение топографической карты даёт не только трехмерное представление о местности, но и позволяет находить при этом положение различных точек и объектов в горизонтальной плоскости и по высоте. При изучении военной топографии и инженерной графики личный состав овладевает такими важными качествами, как внимательность, наблюдательность, способность к анализу и умение делать выводы о влиянии местности при выполнении боевых задач.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Военная топография: учебник/ А. В. Гаврилов [и др.] ; под общ. ред. А. Н. Зализнюка. – 3-е изд. – СПб. : ВКА им. А. Ф. Можайского, 2018. – 528 с.

Представлено 24.05.2024

## ГЕОМЕТРИЯ МИНИРОВАНИЯ МЕСТНОСТИ

### TERRAIN MINING GEOMETRY

**Гак А. Д.**, студ., **Толстик И. В.**, ст. преп.,  
Белорусский национальный технический университет  
г. Минск, Республика Беларусь  
A. Gak, student, I. Tolstik, Senior Lecturer,  
Belarusian National Technical University, Minsk, Belarus

*В статье рассмотрено устройство минных полей, их установка и преодоление, а также показаны виды и разновидности мин.*

*The article discusses the design of minefields, their installation and overcoming, and shows the types and varieties of mines.*

**Ключевые слова:** *мины, минное поле, противник, маневр.*

**Keywords:** *mines, minefield, enemy, maneuver.*

#### ВВЕДЕНИЕ

При ведении боевых действий, инженерные заграждения, выставленные на путях движения противника способны нанести ему значительный урон и тем самым замедлить наступление. Одним из мощнейших инженерных заграждений является минное поле – участок местности, на котором в определённом порядке установлены мины. Имея многовековую историю, оно является мощнейшим видом инженерных заграждений и обладает наиболее высоким заградительным качеством.

#### ЦЕЛИ УСТАНОВКИ МИННОГО ПОЛЯ

При установке минного поля главной целью является задержание продвижения противника, затруднение его манёвра и нанесение потерь в живой силе и технике. Для достижения победы при наступлении используются танки, самолёты, машины, пехота и десантные войска. А для полного уничтожения противника и создания максимально благоприятных условий для своих войск используются мины.

Все мины подразделяются на противотанковые, противодесантные, противопехотные и специальные. Противотанковые мины характеризуются низкой стоимостью и огромной площадью размещения сопоставимые с площадью небольшой страны. Они делятся на: противогусеничные, противобортные и противоднищевые. Наиболее распространенной является мина нажимного действия ТМ-62. Устанавливаются мины с помощью специальной техники, вручную и с вертолета. Противодесантная мина ПДМ-1м устанавливается на дно водоема вручную с берега или с вертолета. Срабатывает при воздействии на датчик цели с усилием 18–26 кг. Противопехотная мина МОН-50 взрывается от электродетонатора при установке ее в управляемом по проводам варианте или запала. Взрывом заряда осколки направляются в сторону выпуклой части мины. Характеристиками минного поля являются: его размеры по фронту (длина) и в глубину (ширина), количество рядов мин, расстояниями между рядами, расстояниями между минами в рядах, расходом мин на 1 кв. км, а также вероятностью поражения боевой техники и живой силы противника. Для того чтобы качественно и быстро установить минные поля используют различную технику и инструменты. Это минные заградители (раскладчики) и минеры, установка противотанковых мин с помощью вертолёта со специальным оборудованием. Чтобы обезвредить уже установленное минное поле используют минные тралы, установки разминирования, инженерные машины разграждения и ручную.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Минное является мощнейшим инструментом для задержания, нанесения большого урона и запугивания противника на поле боя. С момента появления и применения противопехотных и противотанковых мин, непрерывно совершенствуются средства и способы преодоления и очистки минных полей и заминированных участков местности.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Минное поле. Militaryarticle [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://militaryarticle.ru/>. Дата доступа: 05.05.2024.

Представлено 25.05.2024

## СПЕЦИФИКА ПРИМЕНЕНИЯ МНОГОЗАХОДНОЙ РЕЗЬБЫ

### SPECIFICS OF USING MULTI-START THREAD

**Богушевич А. Д.** студ., **Щербакова О. К.** ст. преп.,  
Белорусский национальный технический университет,  
г. Минск, Республика Беларусь  
A. Bogushevich, student, O. Shcherbakova, Senior Lecturer,  
Belarusian National Technical University, Minsk, Belarus

*В данной научно-исследовательской работе рассматривается многозаходная резьба, её особенности и область применения.*

*This research paper focuses on multi-start tread, its features and uses.*

**Ключевые слова:** Многозаходная резьба, применение.

**Keywords:** multi-start thread, using.

#### ВВЕДЕНИЕ

Многозаходная резьба – это резьба, которая образована двумя или более нарезными профилями, позволяющая увеличить ее ход без увеличения диаметра исходного вала или потери прочности вследствие увеличения высоты и уменьшения внутреннего диаметра резьбы [1].

#### ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

Многозаходная резьба изготавливается согласно ГОСТ 24739-81. Данный стандарт устанавливает все параметры резьбы: номинальные диаметры, шаги, ходы и допуски на трапецидальный профиль многозаходной резьбы. Многозаходные резьбы могут быть также метрические и эвольвентные, но они не гостированны.

В многозаходной резьбе шаг, высота и внутренний диаметр резьбы соответствуют однозаходной, а ход резьбы кратен количеству заходов (рис. 1).

Многозаходная резьба обеспечивает большее перемещение за один оборот вала и применяется на ходовых винтах различных механизмов, например, в планетарной роliko-винтовой передаче, на токарных и других станках [2] (рис. 2–3).

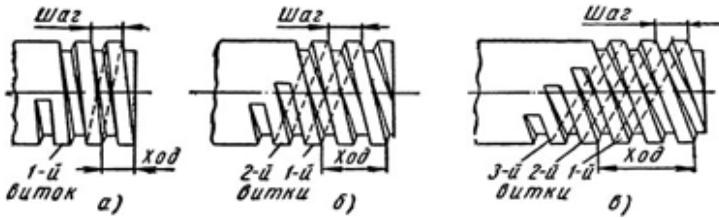


Рисунок 1 – Одно- двух- и трехзаходная резьба

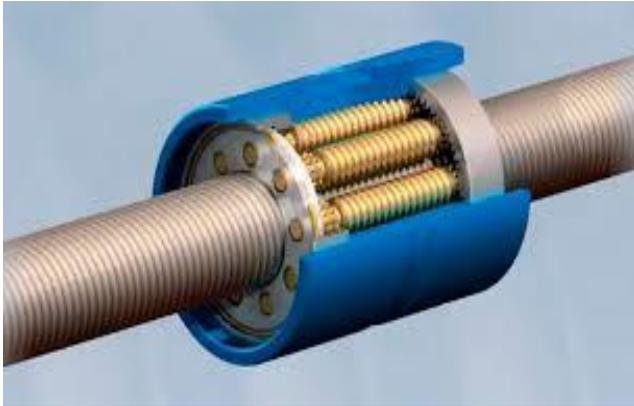


Рисунок 2 – Планетарная ролико-винтовая передача

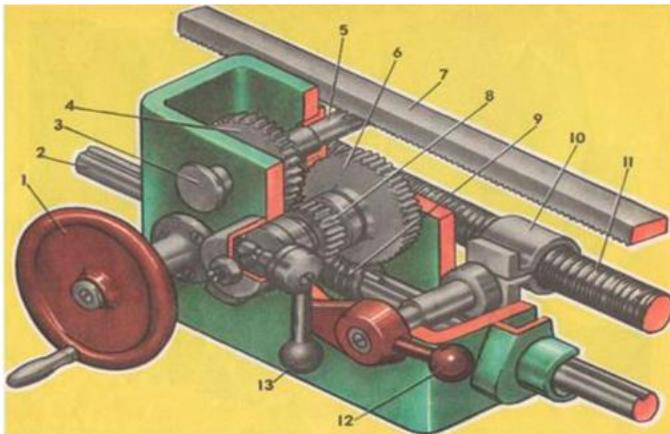


Рисунок 3 – Фартук токарного станка передачи

Так как многозаходная резьба позволяет осуществлять регулировку с высокой точностью - она применяется в окулярах биноклей, микроскопах, объективах камер (рис. 4).



Рисунок 4 – Объектив фотоаппарата

Многозаходная резьба также используется в запорных механизмах, чтобы снизить количество оборотов, необходимых для записания: задвижках, крышках банок, колпачках ручек [3].

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Многозаходная резьба имеет широкий спектр применения во всех отраслях машиностроения, приборостроения и является необходимым компонентом практически всех деталей и узлов.

## ЛИТЕРАТУРА

1. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.harveyperformance.com/in-the-loupe/multi-start-threadguide/>. – Дата доступа: 21.05.2024.
2. [Электронный ресурс.] – Режим доступа: [https://stanki-katalog.ru/st\\_109.htm](https://stanki-katalog.ru/st_109.htm). – Дата доступа: 21.05.2024.
3. [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://orgstanki.ru/uchebnyj-tokarno-vintoreznyj-standok-tshkolnik.html>. – Дата доступа: 21.05.2024.

Представлено 25.05.2024

## СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ЗУБЧАТЫХ КОЛЕС

### MODERN METHODS OF MANUFACTURING GEARS

**Цыбуленко Д. С.**, студ., **Щербакова О. К.**, ст. преп.,  
Белорусский национальный технический университет,  
г. Минск, Республика Беларусь  
D. Tsybulenko, student, O. Shcherbakova, Senior Lecturer,  
Belarusian National Technical University, Minsk, Belarus

*В данной исследовательской работе дается объяснение понятия «зубчатые колеса» и излагаются современные методы изготовления зубчатых колес.*

*In this research paper, I will explain what gears are and talk about the methods for making them.*

**Ключевые слова:** *зубчатое колесо, классификация, процесс изготовления.*

**Keywords:** *cogwheel, classification, manufacturing process.*

### ВВЕДЕНИЕ

Зубчатое колесо – это деталь, которая применяется в механизмах зубчатой передачи и выполняет основную функцию - передает вращательные движения между валами, при помощи зацепления с зубьями соседней шестерни [1]. Зубчатое колесо изобрел почти 200 лет назад французский физик Феликс Савара в 1830 году, по опыту Роберта Гука, хотя прототип деревянной передачи зубчатой существовал еще в древности.

### ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

По форме зубчатое колесо представляет собой колесо с множеством зубьев с внешней стороны (рис. 1). Зубчатые колеса широкого используются во вращательных узлах промышленного оборудования различного назначения, а также в станках, сельскохозяйственных установках, конвейерных линиях и др.

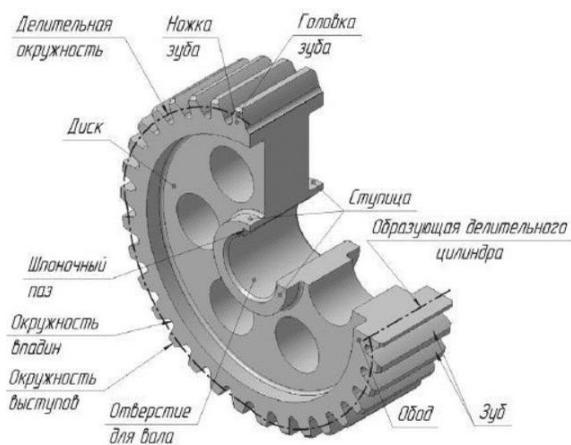


Рисунок 1 – Зубчатое колесо

Существуют много методов изготовления зубчатых колес [2–3].

1. Аддитивное производство. С развитием 3D-печати появилась возможность изготавливать зубчатые колеса методом аддитивного производства. Этот метод позволяет создавать сложные формы, которые трудно или невозможно получить с помощью традиционных методов.

2. Селективное лазерное плавление (SLM). SLM – это процесс, при котором лазер плавит металлический порошок, слой за слоем создавая объект. Этот метод позволяет получать изделия с высокой точностью и сложной геометрией, а также минимизировать отходы материала.

3. Стереолитография (SLA). SLA – это метод 3D-печати, в котором используется жидкий фотополимер, который затвердевает под воздействием ультрафиолетового света.

4. Порошковая металлургия – это процесс, при котором металлический порошок прессуется в форму и затем спекается при высокой температуре. Этот метод позволяет производить зубчатые колеса с минимальным количеством отходов и высокой точностью.

5. Прецизионное литье. Литье по выплавляемым моделям (Investment Casting) Литье по выплавляемым моделям позволяет получать высокоточные детали сложной формы. Этот метод включает

создание восковой модели, которую покрывают керамической обложкой. После удаления воска и заливки металла в форму получается готовая деталь.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Современные методы изготовления зубчатых колес продолжают развиваться, объединяя в себе традиционные и инновационные подходы для повышения качества и эффективности. Внедрение новых технологий, таких как аддитивное производство, прецизионное литье и автоматизация процессов, открывает новые возможности для оптимизации производственных процессов и повышения конкурентоспособности продукции.

## ЛИТЕРАТУРА

1. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://metall-servise.ru/zubchatye-kolesa>. – Дата доступа: 20.05.2024.
2. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://iskra-rus.ru/articles/zubchatye-kolesa-osobennosti-i-klassifikaciya> – Дата доступа 20.05.2024.
3. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://school-science.ru/11/22/46652>. – Дата доступа: 20.05.2024.

Представлено 31.05.2024

**ВИДЫ И ОБЛАСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ПЕРЕДАЧ,  
ИХ СОСТАВЛЯЮЩИЕ**

**TYPES AND APPLICATIONS OF TRANSMISSIONS,  
THEIR COMPONENTS**

**Беленкевич Т. И.**, студ, **Кулащик Н. Ф.**, ст. преп.,  
Белорусский национальный технический университет  
г. Минск, Республика Беларусь  
T. Belenkevich, student, N. Kulaschik, Senior Lecturer,  
Belarusian National Technical University Minsk, Belarus

*Передачами называют устройства, передающие энергию от машины-двигателя к машине-орудию, как правило, с преобразованием скоростей, моментов, а иногда, с преобразованием видов и законов движения. Передачи являются неотъемлемой частью большинства существующих механизмов.*

*Transmissions are devices that transfer energy from a machine-engine to a machine-implement, usually with the transformation of speeds, moments, and sometimes with the transformation of types and laws of motion. Transmissions are an integral part of most existing mechanisms.*

**Ключевые слова:** механические передачи, составные части, области применения

**Keywords:** mechanical transmissions, components, fields of application

**ВВЕДЕНИЕ**

Передачами в машинах называются устройства, предназначенные для передачи энергии механического движения на расстояние и преобразования его параметров.

**ВИДЫ И ОБЛАСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ПЕРЕДАЧ, ИХ СОСТАВЛЯЮЩИЕ** разнообразны в машиностроении. Выделяют следующие виды передач: электрические, пневматические, гидрав-

личные и механические. Последние подразделяют на передачи, использующие трение (фрикционная и ременная) и использующие зацепления (зубчатые, червячные, винтовые, реечные и цепные передачи). К составным частям передач относят катки (ролики), шкивы, зубчатые колеса, червяки, рейки, валы, муфты, подшипники, ремни, цепи и др.

Фрикционные передачи. Простейшие фрикционные передачи представляют из себя два цилиндрических или конических катка, плотно прижимаемых друг к другу с помощью специальных устройств (например, пружин). Достоинствами таких передач являются простота устройства, бесшумность в работе. Недостатком – возможность передачи только небольших мощностей.

Ременные передачи. Позволяют передавать мощности на относительно большие расстояния. Они просты в конструктивном отношении и эксплуатации и состоят из ведущего шкива, приводимого в движение, например, электродвигателем, приводного ремня и ведомого шкива, приводящего во вращение вал. Форма обода шкива зависит от формы поперечного сечения ремня – плоского, трапециoidalного, круглого.

Передачи зацеплением. Между параллельными валами применяют цилиндрические зубчатые колеса с внешним или внутренним зацеплением, прямозубые, косозубые, шевронные. Между валами, оси которых пересекаются (под острым, прямым или тупым углом), применяют конические зубчатые колеса. Между перекрещивающимися валами применяют червячные и винтовые передачи. Частными видами зубчатых передач являются реечные, цепные и храповые механизмы. Зубчатые передачи обладают высоким коэффициентом полезного действия (до 95%), надёжны, но требуют высокой точности изготовления. Цилиндрические зубчатые колёса. Представляют из себя два цилиндрических катка, имеющих впадины и выступы, образующие в своей совокупности зубья определённого профиля. Необходимым условием возможности работы передачи является равенство окружных шагов, измеренных по дугам начальных окружностей. Конические зубчатые колёса. Если нарезать на конических катках впадины и нарастить выступы определённого профиля, как это было сделано для цилиндрических катков, то фрикционная коническая передача преобразуется в коническую зубчатую передачу

с прямыми, тангенциальными, криволинейными, круговыми и другими зубьями. Червячная передача. Состоит из червячного колеса и червяка. Червяк представляет собой винт с одним или несколькими витками (заходами), определенного профиля. Различают передачи с цилиндрическим и глобоидным червяком. Реечные передачи. Преобразуют вращательное движение в поступательное и наоборот, и состоят из эвольвентного цилиндрического колеса и рейки с прямыми или косыми зубьями.

Цепные передачи. Состоят из ведущих и ведомых звездочек и охватывающих их одно-, двух-, трехрядных и более цепей. Они универсальны, просты и экономичны.

Храповые механизмы. Необходимы для преобразования возвратно-вращательного движения рычага в прерывистое вращательное движение в одном направлении. Храповый механизм состоит из храпового колеса; собачки (защёлки), прижимающейся к зубу колеса под действием пружины или собственного веса; ведущего рычага (коромысла).

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Каждый из видов передач обладает своими собственными уникальными возможностями, обуславливающими их применение в тех или иных механизмах. Так, например, реечные передачи широко применяются в металлообрабатывающем оборудовании, сдвижных воротах, подъемниках и фуникулерах; цепные передачи используются в сельскохозяйственных машинах; ременные передачи находят свое применение в приводах агрегатов от электродвигателей малой и средней мощности, маломощных двигателей внутреннего сгорания. Храповый механизм применяют в качестве задерживающего устройства, например, в грузоподъемных машинах, часах с пружинным заводом, турникетах, гаечных ключах. Зубчатые передачи являются основой любых сложных механизмов в автомобилестроении, станкостроении и других отраслях промышленности.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Левицкий, В. С. Машиностроительное черчение : учебник для прикладного бакалавриата / В. С. Левицкий. — 9-е изд., испр. и доп. — М. : Издательство Юрайт, 2019. — 395 с.

Представлено 31.05.2024

**СЕКЦИЯ  
АВТОМОБИЛЕ- И ТРАКТОРОСТРОЕНИЕ**

## КОМПОНОВКИ АВТОПОЕЗДОВ

### ROAD TRAIN LAYOUTS

**Несон М. С.**, студ.,

Белорусский национальный технический университет,  
г. Минск, Республика Беларусь

M. Nesan, student,

Belarusian National Technical University, Minsk, Belarus

*Компоновка автопоездов должна обеспечивать необходимую грузоподъемность кузовов при допустимой их полной массе. Для этого сокращают расстояние между тягачом и прицепом за счет применения укороченных тягово-сцепных устройств; уменьшают длину кабины при переносе спальных мест в настройку над кабиной; используют низкорамные прицепы; устанавливают низкопрофильные шины; применяют полуприцепы со ступенчатым полом.*

*The layout of road trains should provide the necessary load capacity of the bodies at their permissible full weight. To do this, reduce the distance between the tractor and the target by using shortened traction devices; reduce the length of the cabin when transferring sleeping places to the setting above the cabin; use low-frame chains; install low-profile tires; use semi-trailers with a stepped floor.*

**Ключевые слова:** автомобиль, автопоезд, компоновка.

**Keywords:** car, road train, layout.

#### ВВЕДЕНИЕ

Согласно гл. 2 «Определения» Технического регламента Таможенного союза ТР ТС 018/2011 «О безопасности колесных транспортных средств» понятие автопоезд означает транспортное средство, образованное автомобилем и буксируемым им полуприцепом или прицепом (прицепами).

Компоновка автопоездов должна обеспечивать необходимую грузоподъемность кузовов при допустимой их полной массе.

## КОМПОНОВКИ АВТОПОЕЗДОВ

Компоновочные схемы автопоездов можно разделить по двум признакам: по типу сцепного устройства и количеству транспортных звеньев.

По типу сцепного устройства они подразделяются на:

- прицепные;
- седельные;
- роспуски.

По количеству транспортных звеньев:

- одиночные;
- комбинированные;
- модульные.

Компоновка автопоездов должна обеспечивать необходимую грузоподъемность кузовов при допустимой их полной массе. Для этого сокращают расстояние между тягачом и прицепом за счет применения укороченных тягово-сцепных устройств; уменьшают длину кабины при переносе спальных мест в настройку над кабиной; используют низкорамные прицепы; устанавливают низкопрофильные шины; применяют полуприцепы со ступенчатым полом.

Эксплуатация автопоездов ограничена рядом нормативных документов. Согласно приложению № 5 технического регламента Таможенного союза «О безопасности колесных транспортных средств» (ТР ТС 018/2011) утверждены габаритные и весовые ограничения, действующие в отношении транспортных средств. Автопоезда в составе тягача и прицепа (полуприцепа) – 20 м;

## КОМПОНОВКИ СЕДЕЛЬНЫХ ТЯГАЧЕЙ

Компоновка тягача определяется характером дорожной инфраструктуры и нормативными требованиями. Длина седельного автопоезда ограничена 20 м при длине полуприцепа 16,5 м. Существует два основных варианта компоновки седельных тягачей: капотный и бескапотный.

Капотная компоновка. Двигатель располагается над передним мостом, кабина за двигателем. Капотная компоновка обеспечивает хороший доступ к двигателю и передней подвеске, высокую комфортность за счет лучшей обитаемости, более высокие динамические и топливо-экономические показатели благодаря меньшему сопро-

тивлению воздуха, лучшее торможение и устойчивость по опрокидыванию и заносу за счет некоторого снижения центра масс и смещения его к задней оси по сравнению с бескапотной компоновкой. Тягачи с капотной компоновкой традиционны для автопоездов США, Канады, Австралии, ниже приведены популярные модели такой компоновки.

**Бескапотная компоновка.** Кабина располагается над двигателем и передним мостом. Преимуществом такой компоновки является: хороший обзор дороги, возможность более длинного полуприцепа без увеличения длины автопоезда, более лучшую управляемость и маневренность.

**Полукапотная компоновка.** Это тип компоновки является симбиозом двух основных типов и вобрал в себя достоинства и недостатки обоих.

В таком типе компоновки водитель имеет хорошую пассивную безопасность при лобовом столкновении, более комфортные условия труда из-за снижения уровня шума и вибраций, недостатком является более большая площадь слепых зон.

Тягач при такой компоновке имеет:

- более низкий центр тяжести за счет смещения кабины назад и вниз, а двигателя с трансмиссией вперед;
- лучшую ремонтпригодность;
- возможность снижения коэффициента лобового сопротивления.

Недостатком является ограничение длины полуприцепа в следствии чего, более высокая стоимость перевозки по сравнению с тягачами с бескапотной компоновкой.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В настоящее время автопроизводителям необходимо искать новые решения для наилучшей компоновки будущих тягачей из-за экологической повестки и новых технических разработок. Все большую популярность набирают тягачи на электрической тяге различных типов, таких как:

- электрический седельный тягач с тяговой аккумуляторной батареей;
- последовательный гибрид, где ДВС не связан с тяговой трансмиссией автомобиля, а выполняет роль лишь генератора электроэнергии;

– параллельный гибрид. ДВС и тяговый электродвигатель работают параллельно.

Во всех 3 вариантах традиционное компоновочное расположение двигателя и трансмиссии не является рациональным.

В первом случае их место занимают тяговый электродвигатель и батарея. Электродвигатель намного компактней и должен располагаться непосредственно возле ведущего моста или непосредственно в общем корпусе, а батарея занимает все свободное пространство для наибольшей емкости.

Во втором и третьем случае традиционная установка двигателя и трансмиссии не нужна, следовательно их можно перенести в более рациональное место, например в пространство между баками внутри лонжеронов рамы, а на их место скомпоновать аккумуляторную батарею, тем самым увеличив её объем и следовательно ёмкость.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Грузовые автомобили/ М. С. Высоцкий [и др.]. – М.: Машиностроение, 1979. – 384 с.

2. Аксенов, П. В. Многоосные автомобили – 2-е изд., перераб. и доп. / П. В. Аксенов. – М.: Машиностроение, 1989 – 280 с.

3. Вахламов, В. К. Автомобили : Основы конструкции: учебник для студ. высш. учеб. заведений / В. К. Вахламов – 4-е изд. стер. – М : Издательский центр «Академия», 2008. – 528 с.

4. Белоусов, Б. Н. Колесные транспортные средства особо большой грузоподъемности. Конструкция. Теория. Расчет / Б. Н. Белоусов, С. Д. Попов ; под общ. ред. Б. Н. Белоусова. – М. : Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2006. – 728 с.

## СТОЯНОЧНЫЙ ТОРМОЗ С ЭЛЕКТРОННЫМ БЛОКОМ ЕРВ И ФУНКЦИЕЙ AUTOHOLD

### PARKING BRAKE WITH ELECTRONIC EPB UNIT AND AUTOHOLD FUNCTION

**Яковец В. Ю.**, студ., **Дыко Г.А.**, канд. техн. наук, доц.,  
Белорусский национальный технический университет,  
г. Минск, Республика Беларусь

V. Yakovets, student, G. Dyko, Ph. D. in Eng., Ass. Prof.,  
Belarusian National Technical University, Minsk, Belarus

*Важной частью любого автомобиля является стояночный тормоз, который фиксирует автомобиль на месте во время стоянки и предупреждает его произвольное откатывание назад или вперед. Современные автомобили все чаще стали оснащаться электромеханическим типом стояночного тормоза.*

*An important part of any car is the parking brake, which locks the car in place during parking and prevents it from involuntarily rolling back or forward. Modern cars are increasingly equipped with an electromechanical type of parking brake.*

**Ключевые слова:** автомобиль, стояночный тормоз, привод, электродвигатель, планетарный редуктор.

**Keywords:** car, parking brake, drive, electric motor, planetary gearbox.

#### ВВЕДЕНИЕ

Стояночный тормоз – часть тормозной системы, предназначенная для удержания транспортного средства в неподвижном состоянии относительно опорной поверхности.

На легковых автомобилях, в большинстве случаев, рычаг стояночного тормоза соединяется гибким металлическим тросом в оболочке с задними барабанными тормозными механизмами, в которых находится устройство, приводящее в действие штатные колодки.

Стояночный тормоз состоит из тормозного привода (как правило,

механического) и тормозных механизмов. По типу привода ручной тормоз подразделяется на:

- механический;
- гидравлический;
- электромеханический стояночный тормоз (EPB).

Что касается автомобилей с дисковыми тормозами, то здесь применяются следующие разновидности стояночного тормоза:

- винтовой;
- кулачковый;
- барабанный.

Винтовой применяется в дисковых тормозах с одним поршнем. Управляется за счет вкрученного в него винта. Винт вращается за счет рычага, соединенного с другой стороны с тросом. Поршень по резьбе вдвигается и прижимает тормозные колодки к диску.

В кулачковом механизме поршень перемещается за счет толкателя, имеющего привод от кулачка. Последний жестко соединен с рычагом с помощью троса. Перемещение толкателя с поршнем происходит при повороте кулачка.

Барабанный тормозной механизм применяется в дисковых тормозах с несколькими поршнями.

## ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКИЙ СТОЯНОЧНЫЙ ТОРМОЗ

Важной частью любого автомобиля является стояночный тормоз, который фиксирует автомобиль на месте во время стоянки и предупреждает его произвольное откатывание назад или вперед. Современные автомобили все чаще стали оснащаться электромеханическим типом стояночного тормоза, в котором электроника заменяет привычный «ручник» (рис. 1). Аббревиатура электромеханического стояночного тормоза «EPB» расшифровывается как Electromechanical Parking Brake.

К главным функциям EPB относятся:

- удержание транспортного средства на месте при стоянке;
- аварийное торможение при выходе из строя рабочей тормозной системы;
- предотвращение отката автомобиля при старте на подъеме.

Электромеханический ручник (Рис 1.) устанавливается на задние колеса автомобиля. Тормозной механизм представлен штатными

дисковыми тормозами автомобиля. Конструктивные изменения коснулись только рабочих цилиндров. На суппорте тормозного механизма устанавливается привод стояночного тормоза.

Электропривод ручника состоит из следующих частей, находящихся в одном корпусе:

- электродвигатель;
- ременная передача;
- планетарный редуктор;
- винтовой привод.

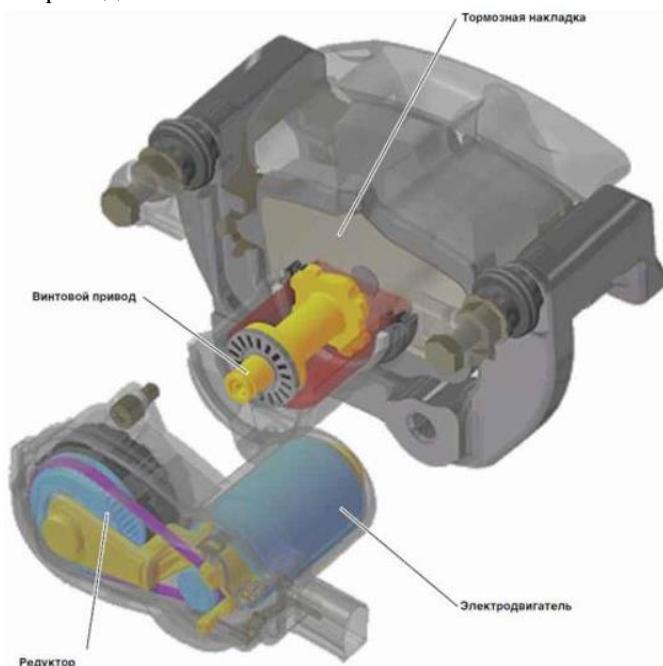


Рисунок 1. - Устройство тормозного суппорта с электромеханическим стояночным тормозом

Электродвигатель посредством ременной передачи приводит в движение планетарный редуктор. Последний, снижая уровень шума и массу привода, воздействует на перемещение винтового привода. Привод, в свою очередь, отвечает за поступательное движение поршня тормозного механизма. А выключается стояночный тормоз

во время старта автомобиля. Это действие происходит автоматически. Также электронный ручник можно выключить, нажав на кнопку при уже нажатой педали тормоза.

В процессе выключения ЕРВ блоком управления анализируются такие параметры, как: величина уклона, положение педали газа, положение и скорость отпуская педали сцепления. Благодаря этому и становится возможным своевременное выключение ЕРВ, включая выключение с временной задержкой. Это предотвращает откат транспортного средства назад при старте на подъеме.

Большинство автомобилей, оснащенных ЕРВ, рядом с кнопкой ручного тормоза имеют кнопку автоматического удержания транспортного средства при временной остановке (Auto Hold). Это очень удобно для автомобилей с АКПП. Особенно актуальна данная функция в городских пробках с частыми остановками и стартами. При нажатии водителем кнопки «Auto Hold» отпадает необходимость удерживать нажатой педаль тормоза после остановки автомобиля.

Существуют два основных вида электрического стояночного тормоза. В первом варианте (электромеханический ручник) для активации стояночного тормоза используется трос, зажимающий тормозные колодки на задних колесах, но при этом активация тормоза осуществляется кнопкой. Во втором варианте реализуется полностью электрическая система стояночного тормоза, с задними тормозными суппортами, которые оснащены электродвигателями, перемещающими зажимы, и за ее активацию отвечает блок управления стояночным электротормозом (БУСЭТ).

БУСЭТ предназначен для реализации функций полностью электрической системы стояночного тормоза, а именно включения и выключения электрического стояночного тормоза транспортных средств. Сжатие и ослабление тормозных колодок осуществляется электродвигателями актуаторов, встроенных в суппорты тормозных механизмов стояночного тормоза. БУСЭТ позволяет организовать реверсивное управление одновременно двумя тормозными актуаторами, установленными в суппортах тормозных механизмов на оси ТС.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Электрический стояночный тормоз обеспечивает надежную фикс-

сацию автомобиля на месте при стоянке, минимизируя риск его случайного движения.

Удобство: не нужно тянуть ручник или нажимать на педаль тормоза для активации стояночного тормоза. Нужно нажать кнопку на панели управления автомобилем.

Простота использования: электрический стояночный тормоз автоматически отпускается при начале движения, что делает его удобным и легким в использовании для водителей.

Экономия пространства: отсутствие ручного тормоза освобождает место в салоне автомобиля, делая его более просторным и удобным для пассажиров.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Стояночный тормоз с функцией AutoHold. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [https:// \(motoran.ru\)](https://(motoran.ru)). – Дата доступа 05.05.2024.

2. Блок управления стояночным электротормозом. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [https://\(mechatronica-pro.com\)](https://(mechatronica-pro.com)). – Дата доступа 05.05.2024.

3. Автомобили: Конструкция, конструирование и расчет. Системы управления : учеб. пособие для вузов / А. И. Гришкевич, Д. М. Ломако ; под ред. А. И. Гришкевича. – Ми. : Выш.шк., 2005. – 200 с.

Представлено 15.05.2024

**ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ СИСТЕМ АКТИВНОЙ  
И ПАССИВНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ АВТОМОБИЛЯ**  
PROSPECTS FOR THE DEVELOPMENT OF ACTIVE AND  
PASSIVE VEHICLE SAFETY SYSTEMS

**Беленкевич Т. И.**, студ., **Лис Р. О.**, студ., **Юрочка Е. А.**, студ.,  
**Дыко Г. А.**, канд. техн. наук, доц.,  
Белорусский национальный технический университет,  
г. Минск, Республика Беларусь  
T. Belenkevich, student, R. Lis, student, E. Yurochka, student,  
G. Dyko, Ph. D. in Eng., Ass. Prof.,  
Belarusian National Technical University, Minsk, Belarus

*В статье рассмотрены перспективы развития систем активной и пассивной безопасности автомобиля. Рассмотрен комплекс помощников при вождении ADAS (Advanced Driver Assistance System), система противодействия засыпанию водителя за рулем, автоматического экстренного торможения. В качестве перспективных направлений развития систем безопасности предложены: внедрение ИИ, получающего информацию с лидаров и камер, а также ремней безопасности с приводом натяжителя от электромотора. Также, изучена статистика ДТП, и сделан вывод об необходимости использования ремня безопасности.*

*The article focuses on the development prospects of active and passive safety systems of a car. Advanced Driver Assistance Systems, anti-sleep driver alarm system and automatic emergency braking system are reviewed. An AI, that receives information from lidars and cameras, and seatbelts with electric motor powered, tensioning device are suggested as future directions of safety systems development. Accident statistics if also researched in the article, and also concluded the necessity of using a seat-belt.*

**Ключевые слова:** автомобиль, активная безопасность, пассивная безопасность, ДТП, электронные системы.

**Key words:** car, active safety, passive safety, accidents, electronic systems.

## ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время автомобиль продолжает оставаться чрезвычайно опасным видом транспорта. Согласно статистическим данным, в Беларуси в период с 2013 по 2022 год, произошло 37 625 ДТП, в которых погибло 6 111 человек, более 39 тысяч человек получили ранения. Больше всего ДТП происходит в столице республики – Минске. Этому свидетельствует количество зарегистрированного в Минске транспорта – больше 750 тыс. единиц.

## СИСТЕМЫ АКТИВНОЙ И ПАССИВНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ АВТОМОБИЛЯ

Автомобильная безопасность условно делится на два вида – активную и пассивную. Системы активной безопасности действуют на предупреждение дорожно-транспортного происшествия, позволяют избежать столкновения. Среди активных систем безопасности следует выделить комплекс так называемых помощников «ADAS» – Advanced driver-assistance systems (Усовершенствованная система помощи водителю). В него входят: адаптивный круиз-контроль, контроль слепых зон. А также следующие системы: экстренного торможения, кругового обзора, предупреждения об опасном сближении, курсового слежения за полосой движения, ночного видения, помощи при парковке, предупреждения об опасном сближении с пешеходом, предупреждения о препятствии, расположенном сзади автомобиля, распознавания дорожных знаков и разметки.

Перспективы развития данного направления: внедрение ИИ для улучшения распознавания знаков и препятствий, использование камер в салоне автомобиля для слежения за состоянием водителя, использование лидаров.

Благодаря лидарам большинство из вышеперечисленных систем могут работать в тёмное время суток. Так, например, лидар IRIS компании Luminar Technologies обеспечивает угловой обзор в 120 градусов, эффективную дальность 300 метров и разрешающую способность 300 точек на 1 телесный угол.

По статистике каждая 4-я авария в мире случается из-за того, что водитель заснул за рулём. Для противодействия этому могут быть использованы интеллектуальные системы, отслеживающие состояние водителя и его положение. Если система замечает отсутствие

внимания за дорогой, раздаётся звуковой сигнал, призванный разбудить находящегося за рулём водителя. При невозможности этого автомобиль плавно остановится.

Системы пассивной безопасности представляют из себя комплекс эксплуатационных свойств автомобиля, которые обеспечивают исключение или снижение тяжести травм водителя и пассажиров при возникновении ДТП. Пассивная безопасность автомобиля делится на внешнюю и внутреннюю. Мероприятия, совершенствующие внутреннюю пассивную безопасность автомобиля, подразумевают ограничение перемещения людей в салоне, снижение инерционных перегрузок в процессе удара, а также устранение травмоопасных деталей. Для ограничения перемещения людей в салоне автомобиля используются следующие компоненты системы пассивной безопасности: ремни безопасности, подушки безопасности, подголовники сидений, детские удерживающие устройства.

Однако, проанализировав статистические данные об авариях, можно прийти к выводу, что именно ремень безопасности является первичным. Около 70 % людей, переживших критические ДТП, выжили благодаря ремню. Для подушек безопасности этот показатель составляет всего 19 %. Если ремень безопасности не используется, абсолютно все механизмы пассивной безопасности бесполезны. Критически важным является то, чтобы все в салоне автомобиля были пристёгнуты.

Анализ источников позволил в качестве перспективного направления развития предложить инновационное решение – внедрение электронных систем, работающих в паре с датчиками и вышеуказанными лидарами, способных с высокой точностью определять момент аварии за некоторое время до него. Данная система позволит раскрывать подушки безопасности с меньшей скоростью, предотвращая резкий скачок давления, который может привести к травмированию барабанных перепонки и контузии.

Предложенная умная система может работать и вместе с ремнями безопасности. От инерционных ремней можно будет отказаться, на смену им придут ремни, оснащённые электроприводом, позволяющим в обычное время ослабить натяжение, т. к. скованность движений очень часто является причиной того, что люди отказываются пристёгиваться. Согласно опросу, проведённому российским сайтом

автомобильной тематики «Авто Mail.ru», 20 % опрошенных не пользуются ремнями безопасности, когда управляют автомобилем; 21 % опрошенных не пользуется ремнями безопасности, когда едет на переднем пассажирском сиденье; и 75 % пассажиров не пристегиваются, когда едут на втором ряду.

Чтобы ремень отработал своё предназначение, он должен плотно прилегать к телу. На современных автомобилях в ремнях применяются пиропатроны. Небольшие заряды взрывчатки детонируют, дёргают ремень, и тот прижимает пассажира к спинке кресла, не давая ему удариться. В предложенной системе функцию пиропатрона будет выполнять электромотор, который сможет срабатывать до самого удара. Огромным плюсом данной системы является её многообразие. При не особо тяжёлых ДТП система сможет управлять ремнями, не используя при этом подушки безопасности, если «посчитает» это нужным.

Как заявляют в ГАИ, одной из уязвимых категорий в ДТП стали пешеходы. В январе – сентябре 2023 года зафиксировано 583 ДТП с их участием, около 300 получили травмы на пешеходных переходах. Поэтому возрастает нужда в совершенствовании систем внешней пассивной безопасности транспортного средства. Предлагаемым обоснованным решением будет добавление автопроизводителем уже существующих элементов внешней пассивной безопасности в качестве обязательной комплектации с завода, среди которых можно отметить подушки безопасности для пешеходов, а также энергопоглощающие бампера.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Учитывая большое количество ДТП и высокую смертность, необходимо внедрять различные системы безопасности. Пассивные системы обеспечивают исключение или снижение тяжести травм водителя и пассажиров при возникновении ДТП. Они могут быть усовершенствованы «умными» многоуровневыми ремнями безопасности. Для снижения жертв среди пешеходов автомобили должны оснащаться подушками безопасности для пешеходов, а также энергопоглощающими бамперами. Из перспектив развития систем активной безопасности можно выделить такие направления, как внедрение ИИ и лидаров для мониторинга ситуации на дороге, а также камер в салоне

автомобиля для слежения за состоянием водителя. Все системы активной безопасности объединяются в комплекс так называемых помощников «ADAS» – Advanced driver-assistance systems.

## ЛИТЕРАТУРА

1. В Беларуси за 10 лет в ДТП погибли 6,1 тыс человек [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://autogrodno.by/news/29025-kontseptsija-bezopasnosti.html>. – Дата доступа: 12.05.2024.

2. Сколько на самом деле водителей не пристегивается в авто? [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://auto.mail.ru/article/82711-skolko-na-samom-dele-voditelej-ne-pristegivaetsya/>. – Дата доступа: 08.05.2024.

3. ADAS система продолжает развиваться [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.drive2.ru/b/504008434664866095/>. – Дата доступа: 14.05.2024.

4. Luminar's Technologies [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.luminartech.com/technology#MainContent>. – Дата доступа: 10.05.2024.

5. Невыспавшиеся водители стали причиной гибели 15 человек за год [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.sb.by/articles/ne-spi-vinoven-budesh.html>. – Дата доступа: 08.05.2024.

6. Кущенко, С. В. Системы активной и пассивной безопасности автомобиля / С. В. Кущенко, А. В. Макарова, А. В. Шеханина // Безопасность транспортных средств : Материалы XIII Национальной научно-практической конференции с международным участием (Тюмень, 19 марта 2020 г.). – Тюмень ТИУ. – 2020. – С. 178–182.

Представлено 06.06.2024

## **ВЫБОР ПАРАМЕТРОВ И РАЗРАБОТКА ТЯГОВОГО ЭЛЕКТРОПРИВОДА МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНОЙ КОММУНАЛЬНОЙ МАШИНЫ**

### **SELECTION OF PARAMETERS AND DEVELOPMENT OF A TRACTION ELECTRIC DRIVE FOR A MULTIFUNCTIONAL UTILITY VEHICLE**

**Герасимчик В. Л.**, студ., **Жданович Ч. И.**, канд. техн. наук, доц.,  
Белорусский национальный технический университет,  
г. Минск, Республика Беларусь  
V. Gerasimchik, student, Ch. Zhdanovich, Ph. D. in Eng., Ass. Prof.,  
Belarusian National Technical University, Minsk, Belarus

*Выбраны параметры и разработана конструкция тягового электропривода многофункциональной коммунальной машины.*

*The parameters were selected and the design of the traction electric drive of a multifunctional utility vehicle was developed.*

**Ключевые слова:** коммунальная машина, тяговый электропривод, электродвигатель, инвертор, аккумуляторы

**Keywords:** utility vehicle, traction electric drive, electric motor, inverter, batteries

#### **ВВЕДЕНИЕ**

В настоящее время наблюдается тенденция использования тягового электропривода в многофункциональных коммунальных машинах. Компания Меркатор Холдинг (Россия) производит компактную полностью электрическую подметально-вакуумная коммунальная машина Bucher citycat 2020EV [1]. Компания Concordiaelectro (Россия) производит подметально-уборочную машину АПИСэлектро [2].

Цель работы – разработка тягового электропривода многофункциональной коммунальной машины.

## ВЫБОР ПАРАМЕТРОВ ТЯГОВОГО ЭЛЕКТРОПРИВОДА

Необходимую мощность электродвигателя рассчитывалась по методике [3]. Исходя из уравнения тягового баланса, определяли касательную силу тяги, развиваемую на колесах многофункциональной коммунальной машины при равномерном движении. Рассматривали максимальный уклон дорожного полотна равным  $10^\circ$ . Необходимую мощность двигателя рассчитывали при движении машины с транспортной скоростью до 40 км/ч и рабочей до 10 км/ч.

По результатам расчета подобрали тяговый электродвигатель «ОРИОН-18-03» [4] (табл. 1).

Таблица 1 – Характеристики ТЭД

Характеристика	Обозначение	Значение
Максимальные обороты, об/мин	$n$	3000
Максимальный момент, Н·м	$M_{\max}$	300
Номинальная мощность, кВт	$P_c$	22,5
Масса двигателя, кг	$m$	37
КПД	$E_{ff}$	97
Номинальное напряжение, В	$U_{н.н}$	380
Диаметр ротора, мм	$D_r$	160
Диаметр статора, мм	$D_s$	268
Длина активной стали, мм	$B_m$	40
Длина статора с обмоткой, мм	$L_s$	110

Мощность инвертора выбирали исходя из суммарной мощности двух тяговых электродвигателей. Рассчитана емкость аккумуляторной батареи  $C_{акб} = 110$  А·ч.

## РАЗРАБОТКА ТЯГОВОГО ЭЛЕКТРОПРИВОДА

На базе проведенного анализа существующих конструкции и выполненных расчетов разработан тяговый электропривод многофункциональной коммунальной машины (рис. 1). Он содержит два тяговых электродвигателя 1, которые через упругую муфту 2 передают момент на главные передачи 4, ведомая шестерня которых закреплена на корпусе дифференциала 5, через который, далее момент передается на планетарную колесную передачу 6 соединённую с колёсами 3. В электропривод так же входят: тяговый инвертор 7, тяговая аккумуляторная батарея 8, зарядное устройство 9, контроллеры электрической трансмиссии 10 и 11, электродвигатель 11 привода гидронасоса 12.

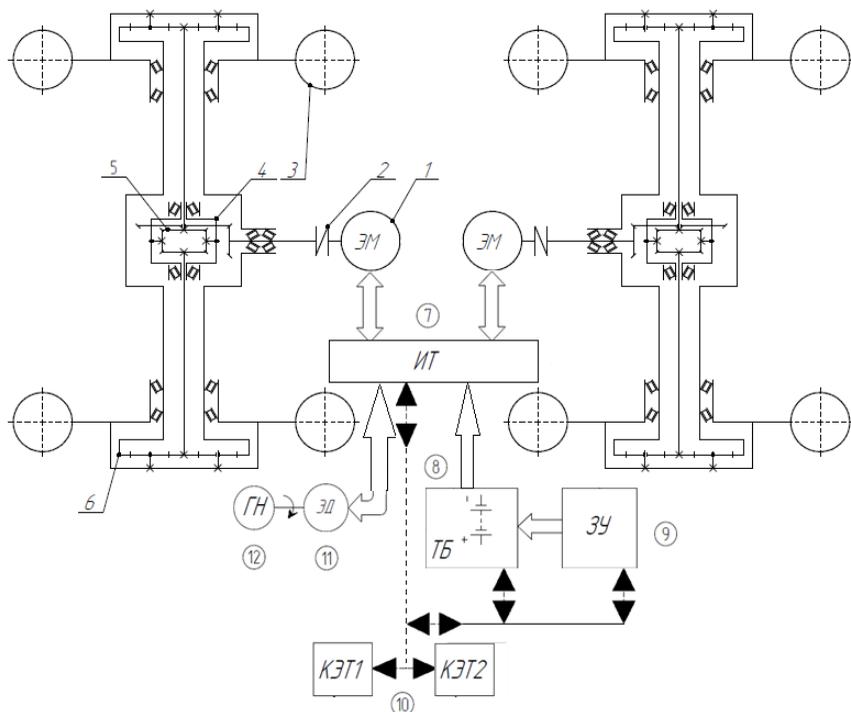


Рисунок 4 – Функциональная схема тягового электропривода

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Выбраны параметры и разработана конструкция тягового электропривода многофункциональной коммунальной машины. Колесная формула машины 4х4, тяговый электропривод содержит два тяговых синхронных электродвигателя «ОРИОН-18-03», в качестве источника питания выбраны аккумуляторные батареи емкостью 110 А·ч.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Электрическая подметально-вакуумная машина [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://merkatorgroup.ru/equipment/dorozhno-kommunalnaya-tekhnika/tekhnika-na-gazu-elektricheskaya-tekhnika/elektricheskaya-podmetalno-vakuumnaya-mashina/>. – Дата доступа: 12.05.2024.
2. Подметально-уборочная машина АПИСэлектро поливомоечная [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://concordiaelectro.>

ru/kommunalnaya-tehnika/apis-elektro-polivomoechnyj. – Дата доступа: 12.05.2024.

3. Атаманов, Ю. Е. Теория подвижного состава городского электрического транспорта: учебно-методическое пособие для специальности 1-37 01 05 «Городской электрический транспорт» / Ю. Е. Атаманов, В. Н. Плищ. – Минск, БНТУ, 2013 – 267 с.

4. Синхронные электродвигатели «ОРИОН-18-1» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [https://orionmotor.narod.ru/ORION\\_MOTORS\\_2006\\_RUS.pdf](https://orionmotor.narod.ru/ORION_MOTORS_2006_RUS.pdf). – Дата доступа: 21.04.2024.

Представлено 17.05.2024

УДК 629.7.08

## **ВЫБОР ПАРАМЕТРОВ И РАЗРАБОТКА ТЯГОВОГО ЭЛЕКТРОПРИВОДА ТЯГАЧА АЭРОДРОМНОГО**

### **SELECTION OF PARAMETERS AND DEVELOPMENT OF AN ELECTRIC TRACTION DRIVE FOR AN AIRFIELD TRACTOR**

**Кухарчик М. А.**, студ., **Жданович Ч. И.**, канд. техн. наук, доц.,  
Белорусский национальный технический университет,  
г. Минск, Республика Беларусь  
M. Kukharchik, student, Ch. Zhdanovich, Ph. D. in Eng., Ass. Prof.,  
Belarusian National Technical University, Minsk, Belarus

*Выбраны параметры и разработана конструкция тягового электропривода тягача аэродромного, используемого для буксировки самолетов массой 260 000 кг.*

*The parameters were selected and the design of the electric traction drive of the airfield tractor used for towing aircraft weighing 260 000 kg was developed.*

**Ключевые слова:** *тягач аэродромный, тяговый электропривод, электродвигатель, инвертор, аккумуляторы*

**Key words:** *airfield tractor, traction electric drive, electric motor, inverter, batteries*

## ВВЕДЕНИЕ

ОАО «БЕЛАЗ» – управляющая компания холдинга «БЕЛАЗ-ХОЛДИНГ» серийно выпускает аэродромные тягачи БЕЛАЗ-74212 эксплуатационной массой 45000 кг, способные на аэродромах с искусственным покрытием буксировать самолеты весом до 260 т [1]. Тягач имеет колесную формулу 4x4, дизельный двигатель ТМЗ-8424.10 с газотурбинным наддувом мощностью 312,5 кВт (425 л. с.), гидромеханическую передачу с трехвальным согласующим редуктором, одноступенчатым гидротрансформатором, коробкой передач с фрикционными муфтами и электрогидравлическим приводом управления переключения ступеней. Максимальная скорость движения: 27 км/ч вперед и 8 км/ч назад [1, 2]. Разрабатывается новый аэродромный тягач БЕЛАЗ-74270, который рассчитан на буксировку самолетов взлетной массой до 600 т [2].

В настоящее время наблюдается тенденция использования тягового электропривода в аэродромных тягачах. Компания TREPEL AIRPORT EQUIPMENT GMBH (Германия) наряду с дизельными тягачами производит электрические аэродромные тягачи CHALLENGER 150e и CHALLENGER 280e [3]. Группа компаний GOLDHOFER (Германия) также наряду с дизельными тягачами производит электрические аэродромные тягачи BISON E 370 и BISON E 680 [4]. Компания GOODSENSE (Китай) производит электрический аэродромный тягач GOODSENSE TB120 [5].

Цель работы – разработка тягового электропривода тягача аэродромного, используемого для буксировки самолетов массой 260 000 кг с нужной скоростью [6], а также возможность плавно регулировать тяговое усилие и иметь достаточный запас хода между зарядками.

## ВЫБОР ПАРАМЕТРОВ ТЯГОВОГО ЭЛЕКТРОПРИВОДА

Необходимую мощность электродвигателя рассчитывается по методике [7]. Исходя из уравнения тягового баланса, определяли касательную силу тяги, развиваемую на колесах тягача при равномерном

движении без самолета и с самолетом. Принимали максимальный уклон дорожного полотна на территории аэродрома равным 2°. Необходимую мощность двигателя рассчитывали при движении тягача без самолета по территории аэродрома со скоростью 40 км/ч и при буксировке самолета – 6 км/ч [6].

По результатам расчета подобрали тяговый электродвигатель ТАД-9 УХЛ2 [8] (табл. 1).

Таблица 1 – Параметры двигателя ТАД-9 УХЛ2

Параметр	Значение
Название	ТАД-9 УХЛ2
Номинальная мощность, кВт	322
Номинальная частота сети, Гц	39,4
Номинальное линейное напряжение, В	520
Номинальный ток, А	283
Номинальная синхронная скорость вращения, мин <sup>-1</sup>	770
Максимальная скорость вращения, мин-1	2300
Скольжение, %	2,16
Номинальный крутящий момент, Н·м	4100
Число фаз	3
Схема соединения	«звезда»
Коэффициент мощности (Cos φ)	0,8
КПД электродвигателя, %	91,1
Масса электродвигателя, кг	1700

Мощность инвертора выбирали исходя из электрической мощности ТЭД. Подобрали рекуперативный привод ACS880-17-0430A-7 [9] в шкафном исполнении с воздушным охлаждением производства компании АВВ (табл. 2).

Таблица 2 – Характеристики привода

Параметр	Значение
Название	ACS880-17-0430A-7
Номинальная выходная мощность, кВт	400
Напряжение питания (постоянный ток), В	1000
Выходное напряжение (переменный ток), В	525-690
Входной номинальный ток, А	400
Выходной номинальный ток (фазный), А	430
Частота, Гц	1-200
Размеры (ШхВхГ), мм	2315x830x698
Масса преобразователя, кг	375

Провода выбирали исходя из допустимого напряжения и тока. Были выбраны HELUTRAIN® 4GKW-AXplus 1x240 [10] для прокладки высоковольтной линии постоянного и переменного тока (табл. 3).

Таблица 3 – Характеристики кабеля

Параметр	Значение
Название	HELUTRAIN® 4GKW-AXplus 1x240
Номинальная напряжение, кВ	2,7 (DC)/3(AC)
Допустимая токовая нагрузка, А	600
Сопrotивление изоляции, МОм	10
Диаметр провода (с изоляцией), мм	≈26,8
Минимальный радиус изгиба (подвижно), мм	214
Масса провода на 1 м, кг	≈2,348

Расчет необходимой емкости аккумуляторов производится по нагрузочным диаграммам движения тягача с самолетом и без самолета. Выбирали батарею ENERTECH PE600-1058DH [11] (табл. 4).

Количество параллельно соединенных элементов 9.

Таблица 4 – Характеристики батареи ENERTECH PE600-1058DH

Параметр	Значение
Номинальное напряжение (рабочее напряжение), В	932,4 (680,4 – 1058,4)
Емкость, А·ч (кВт·ч)	60 (55,94)
Ток заряда номинальный (максимальный), А	18 (60)
Ток разряда номинальный (максимальный), А	18 (120)
Рабочая температура	-20 – 55 °С
Масса, кг	<445

## РАЗРАБОТКА ТЯГОВОГО ЭЛЕКТРОПРИВОДА

На базе проведенного анализа существующих конструкции и выполненных расчетов разработан тяговый электропривод тягача аэродромного (рис. 1). Он содержит колеса 1, колесные редукторы 2, центральные редукторы 3 с дифференциалами, карданные валы 4, раздаточную коробку 5, тяговый электродвигатель 6, инвертор 7, электродвигатель 8 привода гидронасоса 9, тяговая аккумуляторная батарея 10, зарядное устройство 11 и контроллеры электрической трансмиссии 12 и 13.

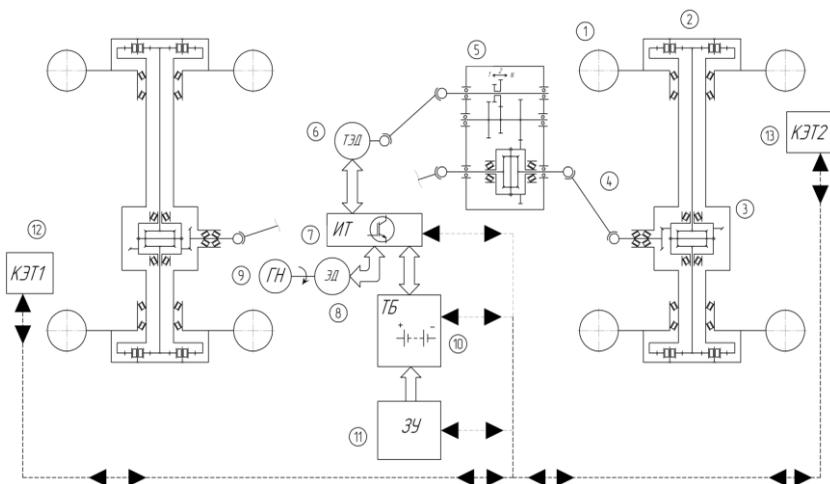


Рисунок 5 – Функциональная схема тягового электропривода

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Выбраны параметры и разработана конструкция тягового электропривода тягача аэродромного, используемого для буксировки самолетов массой 260 000 кг. Колесная формула тягача 4x4, тяговый электропривод содержит тяговый асинхронный электродвигатель ТАД-9 УХЛ2, частотный преобразователя ACS880-17-0430A-7 на 400 кВт, кабели HELUTRAIN 4GKW-AXplus 1x240, в качестве источника питания выбраны аккумуляторы ENERTECH PE600-1058DH в количестве 9 штук.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Аэродромные тягачи БЕЛАЗ-74212 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://belaz.by/products/products-belaz/special-purpose-machines/500/>. – Дата доступа: 12.05.2024.
2. Новый аэродромный тягач БЕЛАЗ сможет буксировать самые большие самолеты [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://abw.by/news/industry/2024/11/24/bosch-uvolit-5550-razrabotchi-kov-sistem-pomoschi-voditelu>. – Дата доступа: 12.05.2024.
3. TREPЕL – Products [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <https://trepel.com/products/>. – Дата доступа: 12.05.2024.

4. Goldhofer defense ground support equipment your reliable GSE solutions [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.goldhofer.com/en/defense>. – Дата доступа: 12.05.2024.

5. Электрический тягач GOODSENSE TB120 12,0Т АРТ 313405 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://funlift.ru/catalog/tyagachi/elektricheskie-tyagachi/dizelnyu-tyagach-goodsense-tb120/>. – Дата доступа: 12.05.2024.

6. Постановление министерства транспорта и коммуникаций Республики Беларусь от 25 апреля 2016 г. № 22 об утверждении авиационных правил «Организация работы транспортных средств на аэродромах гражданской авиации республики Беларусь» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://pravo.by/document/?guid=12551&p0=W21630871p>. – Дата доступа: 12.05.2024.

7. Атаманов, Ю. Е. Теория подвижного состава городского электрического транспорта: учебно-методическое пособие для специальности 1-37 01 05 «Городской электрический транспорт» / Ю. Е. Атаманов, В. Н. Плищ. – Минск, БНТУ, 2013 – 267 с.

8. Электродвигатель типа ТАД-9 УХЛ2. Руководство по эксплуатации.

9. Официальный сайт производителя АБВ [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://global.abb> – Дата доступа: 21.04.2024.

10. Сайт официальный дистрибьютора Helukabel в России [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.helukabel.su>. – Дата доступа: 21.04.2024.

11. Официальный сайт производителя ENERTECH [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.enertechint.com>. – Дата доступа: 21.04.2024.

Представлено 17.05.2024

**ИССЛЕДОВАНИЕ ЗАВИСИМОСТИ ЭНЕРГОЕМКОСТИ  
ГИДРОДИНАМИЧЕСКОГО ТОРМОЗА-ЗАМЕДЛИТЕЛЯ  
ОТ ФОРМЫ РАБОЧЕЙ ПОЛОСТИ**

**INVESTIGATION OF THE DEPENDENCE OF THE ENERGY  
INTENSITY OF THE HYDRODYNAMIC RETARDER BRAKE ON  
THE SHAPE OF THE WORKING CAVITY**

**Наумович Д.**, студ., **Поварехо А. С.**, канд. техн. наук, доц.,  
Белорусский национальный технический университет,  
г. Минск, Республика Беларусь  
D. Naumovich, student, A. Pavarekha, Ph. D. in Eng., Ass. Prof.,  
Belarusian National Technical University, Minsk, Belarus

*Наиболее эффективными сегодня являются электромагнитные и гидродинамические тормоза-замедлители. Преимущества электродинамических тормозов-замедлителей это – высокий тормозной момент, эффективность на небольших скоростях движения. Основными недостатками электродинамических тормозов-замедлителей являются большой вес и габариты, высокая стоимость, потеря эффективности при нагревании. В данной работе проведено исследование влияния формы рабочей полости гидродинамического ретардера на эффективность торможения.*

*Electromagnetic and hydrodynamic retarding brakes are the most effective today. The advantages of electrodynamic retarder brakes are high braking torque, efficiency at low speeds. The main disadvantages of electrodynamic retarder brakes are their large weight and dimensions, high cost, and loss of efficiency when heated. In this work, the influence of the shape of the working cavity of a hydrodynamic retarder on the braking efficiency has been studied.*

**Ключевые слова:** энергоемкость, тормоз-замедлитель, линии тока, эффективность торможения.

**Keywords:** energy consumption, retarder brake, current lines, braking efficiency.

## ВВЕДЕНИЕ

Сегодня актуальным является вопрос оборудования многоцелевых машин повышенной проходимости и большой эксплуатационной массы эффективными тормозами-замедлителями. Анализ конструктивных факторов, влияющих на эффективность работы гидродинамических тормозов-замедлителей, показал, что одним из основных параметров является геометрическая форма полости, в которой вращается ротор тормоза.

Целью данной работы являлось моделирование процесса работы гидродинамического тормоза-замедлителя, и исследования зависимости энергоемкости тормоза от формы полости. При этом был проведен сопоставительный анализ двух вариантов (рис. 1).

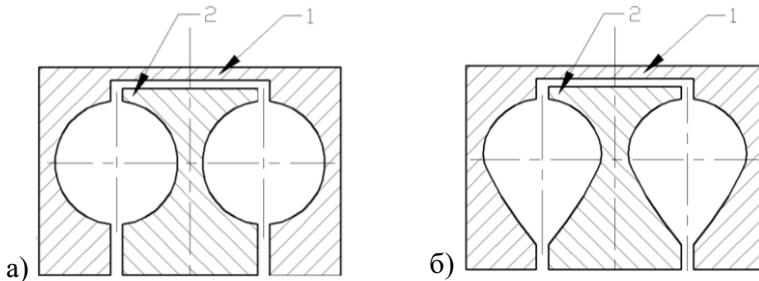


Рисунок 1 – Полости исходного а) и усовершенствованного б) варианта конструкции: 1 – статор, 2 – ротор

## ОЦЕНКА ЭНЕРГОЕМКОСТИ ГИДРОДИНАМИЧЕСКОГО ТОРМОЗА-ЗАМЕДЛИТЕЛЯ

Для обеспечения возможности использования современных САЕ-систем были разработаны трехмерные геометрические модели рассматриваемых вариантов конструктивного исполнения (рис. 2).

После задания характеристик рабочей жидкости и определения области протекания гидравлических процессов задача решалась с помощью программного комплекса FlowVision.

Визуальное представление распределения скорости жидкости в рабочей полости исследуемых вариантов исполнения тормозов-замедлителей, представлены на рис. 3.

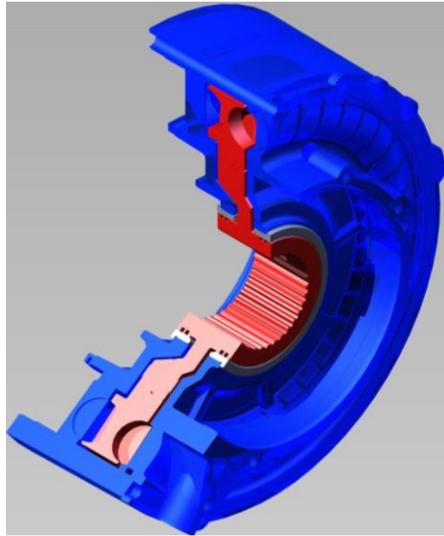


Рисунок 2 – 3D-модель базовой конструкции тормоза-замедлителя

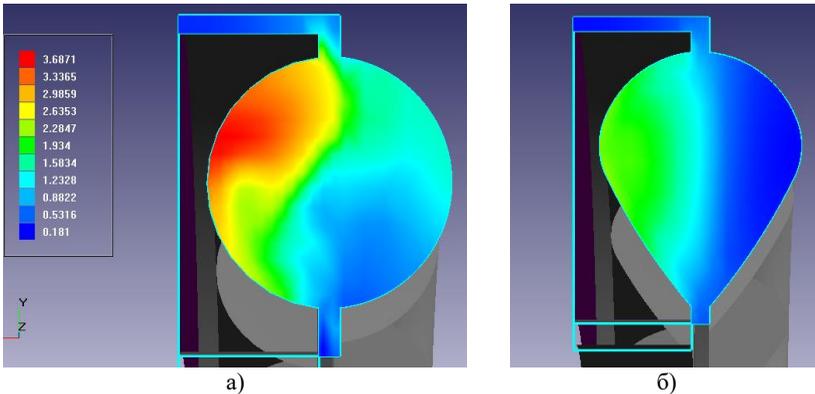


Рисунок 3 – Распределение скорости потока жидкости в сечении полости ГТ: а) – базовая конструкция; б) – усовершенствованная конструкция

Как следует из представленных рисунков, в случае каплевидной формы рабочей полости тормоза-замедлителя имеет место более равномерное распределение скорости жидкости внутри полости, что тем самым способствует повышению энергоемкости тормоза.

Пакет анализа FlowVision позволил также оценить распределение линий тока жидкости в рабочей полости тормоза (рис. 4).

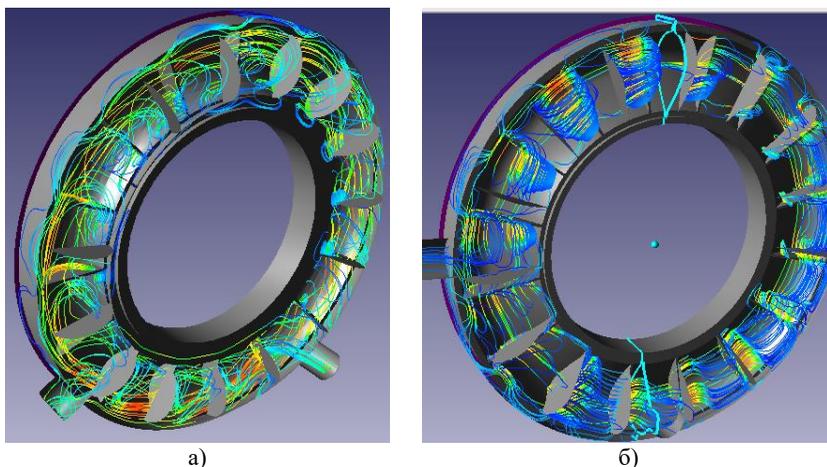


Рисунок 4 – Линии тока масла

а) – базовая конструкция; б) – усовершенствованная конструкция

Проведенные исследования позволили оценить эффективность различных вариантов тормоза-замедлителя. Установлено, что практически во всем диапазоне угловых скоростей тормозной момент усовершенствованной конструкции до 40 % выше, чем у базового варианта.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, в результате моделирования было установлено, что энергоемкость гидродинамического тормоза-замедлителя зависит от формы камеры и имеет большее значение при вытянутой в радиальном направлении форме рабочей полости.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Стесин, С. П., Гидродинамические передачи / С. П. Стесин, Е. А. Яковенко. – М., «Машиностроение», 1973. – 352 с.
2. Брацлавский, Х. Л. Гидродинамические передачи строительных и дорожных машин / Х. Л. Брацлавский. – М. : Машиностроение, 1975. – 422 с.
3. Применение пакетов прикладных программ при изучении курсов механики жидкости и газа: учебное пособие / Т. В. Кондранин. – М. : МФТИ, 2005. – 104 с.

Представлено 12.05.2024

## АНАЛИЗ КОМПОНОВКИ ТРАНСМИССИЙ ШАССИ С ГИДРОЗАМЕДЛИТЕЛЯМИ

### ANALYSIS OF THE LAYOUT OF CHASSIS TRANSMISSIONS WITH HYDRAULIC BRAKES

**Скок Е.**, студ., **Поварехо А. С.**, канд. техн. наук, доц.,  
Белорусский национальный технический университет,  
г. Минск, Республика Беларусь  
E. Skok, student, A. Pavarekha, Ph. D. in Eng., Ass. Prof.,  
Belarusian National Technical University, Minsk, Belarus

*Применение тормозов–замедлителей снижает теплонпряженность колесных тормозов и, соответственно, повышает безопасность движения, в особенности на затяжных или крутых спусках и при больших скоростях движения. В данной работе проанализированы компоновочные схемы трансмиссий при установке в них тормозов-замедлителей.*

*The use of retarder brakes reduces the thermal stress of the wheel brakes and, accordingly, increases traffic safety, especially on long or steep descents and at high speeds. In this paper, the layout schemes of transmissions are analyzed when installing retarder brakes in them.*

**Ключевые слова:** гидрозамедлитель, торможение, коробка передач, трансмиссия.

**Keywords:** hydraulic brake, braking, transmission, transmission.

#### ВВЕДЕНИЕ

Снижение теплонпряженности колесных тормозов с целью повышения безопасности движения в особенности на затяжных или крутых спусках и при больших скоростях движения может быть достигнуто с помощью тормоза-замедлителя. Тормоз-замедлитель служит для замедления и поддержания необходимой скорости движения автомобиля за счет поглощения части, кинетической энергии автомобиля.

## КОМПОНОВОЧНЫЕ РЕШЕНИЯ ТРАНСМИССИЙ С ТОРМОЗАМИ-ЗАМЕДЛИТЕЛЯМИ

Вмонтажирование гидрозамедлителя в механическую трансмиссию автомобиля, естественно, вызывает ее некоторое усложнение. Сравнительно малых затрат требует установка лопастного гидрозамедлителя в гидромеханическую трансмиссию (рис. 1, а–е). Особенно удобно располагать ротор гидрозамедлителя поблизости к гидротрансформатору, на валу турбины (рис. 1, а, в). В этом случае упрощается подвод масла к гидрозамедлителю, а тормозить можно на всех передачах в механической коробке передач. Гидрозамедлители с ротором, установленным на валу турбины гидротрансформатора, применяются в передачах Powermatic, Rockford, Ailison-Torgmatic, Twin-Disc (США) и др.

При торможении гидрозамедлителем в этих коробках передач должен быть включен фрикцион. Если гидрозамедлитель обладает высокой эффективностью тормозного действия, то может оказаться, что фрикцион не в состоянии передать полный тормозной момент и будет пробуксовывать. В таких случаях, чтобы избежать буксования фрикциона, повышают давление в гидравлической магистрали фрикциона при включении гидрозамедлителя.

Чтобы снизить нагрузку фрикционов и шестерен коробки передач, уменьшить или исключить работу двигателя на тормозном режиме, гидрозамедлитель устанавливается на выходном валу гидромеханической коробки передач (рис. 1, б). Однако в этом случае для получения нужной эффективности гидрозамедлитель должен иметь большую энергоемкость, большой активный диаметр или же должен быть снабжен дополнительной шестеренной передачей, ускоряющей вращение ротора

В гидромеханической коробке передач ротор гидрозамедлителя может быть установлен на валу турбины гидротрансформатора, на первичном, на промежуточном или на выходном валу коробки передач, что очень удобно с точки зрения компоновочных возможностей конструктора. Тормоз-замедлитель, выполненный в виде отдельного агрегата, может быть расположен перед двигателем, непосредственно за механической коробкой передач (прифланцовываться к ней, соединяться с коробкой при помощи специальной шестеренной передачи, ускоряющей вращение ротора, или при помощи механизма отбора мощности).

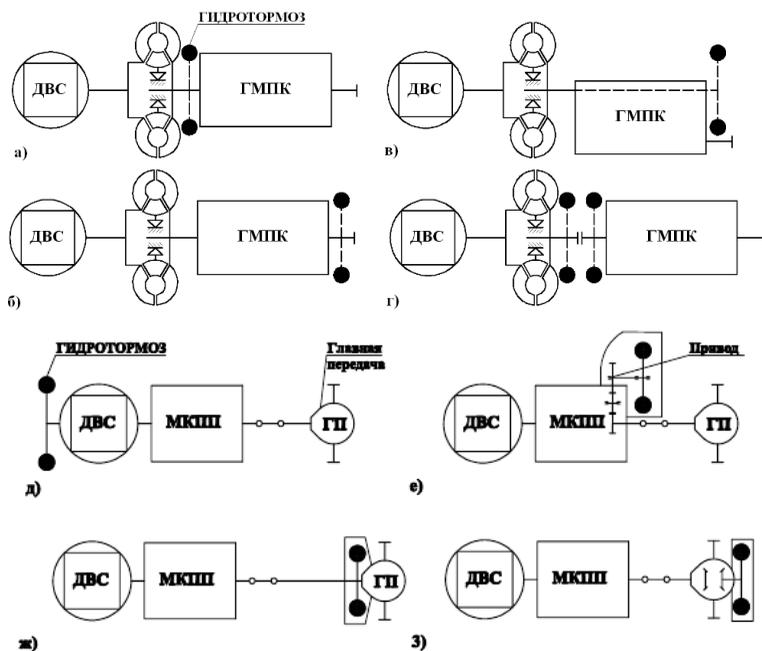


Рисунок 1 – Схемы мест установки тормоза-замедлителя в ГМП

При установке ротора на валу двигателя (рис.1, д), торможение возможно только при включении какой-либо из передач трансмиссии. Двигатель постоянно участвует в торможении при включении гидрозамедлителя. Таким образом, коленчатый вал двигателя при торможении гидрозамедлителем нагружен собственным тормозным моментом и тормозным моментом гидрозамедлителя. При расположении гидрозамедлителя перед двигателем (ротор установлен на валу двигателя) подключение гидрозамедлителя к системе охлаждения двигателя упрощается. Недостатком этой схемы является увеличение буксования сцепления и перегрузка деталей коробки передач и трансмиссии при переключении передач (например, для повышения или снижения эффективности тормозного действия).

Эффективность такого гидрозамедлителя выбирается чаще всего из условия торможения без использования низшей передачи. Присоединенные при помощи фланцев к механической коробке передач гидрозамедлители могут соединяться ротором с выходным валом

непосредственно или при помощи шестеренной передачи П, ускоряющей вращение ротора (рис.1, е). В том и другом случаях при включении гидрозамедлителей (Thompson и Voith) нет необходимости включать низшие передачи в коробке передач.

Лопастной гидрозамедлитель иногда устанавливают на месте промежуточной опоры карданного вала, перед главной передачей или за ведущим мостом. Ротор гидрозамедлителя может соединяться с ведомой шестерней главной передачи посредством специальной шестеренной передачи или устанавливаться отдельно, соединяясь с ведомой шестерней главной передачи с помощью конической шестерни отбора мощности и специального карданного вала.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Анализ схем автомобильных трансмиссий показал, что различные варианты установки тормоза-замедлителя имеют свои преимущества и недостатки. Решение должно приниматься с учетом функционального назначения транспортного средства и требований к эффективности торможения с учетом нагруженности основных тормозных механизмов и элементов трансмиссии.

## Литература

1. Стесин, С. П. Гидродинамические передачи / С. П. Стесин, Е. А. Яковенко. – М., «Машиностроение», 1973. – 352 с.
2. Тормозные устройства. Справочник. / Под общ. ред. М. П. Александрова. – М: «Машиностроение», 1985. – 159 с.
3. Гопоян, А. Т. Автомобильные лопастные гидрозамедлители. Обзор. / А. Т. Гопоян, Н. К. Дьячков. – М. : НИИНАВТОПРОМ, 1968. – 81с.
4. Нарбут, А. Н. Гидромеханические передачи автомобилей: Учебное пособие. Ч. 1. Гидротрансформаторы / А. Н. Нарбут. – МАДИ 2-е изд. – М. : 1996. – 62 с.
5. Нарбут, А. Н. Гидромеханические передачи автомобилей: Учебное пособие. Ч. 2. Коробки передач/ А. Н. Нарбут. – МАДИ 2-е изд. – М. : 1997. – 48 с.
6. Нарбут, А. Н. Гидромеханические передачи автомобилей: Учебное пособие. Ч. 3. Система управления/ А. Н. Нарбут. – МАДИ 2-е изд. – М. : 1999. – 44 с.

Представлено 15.05.2024

## УСТРОЙСТВА ХРАНЕНИЯ ЭНЕРГИИ В СИЛОВЫХ УСТАНОВКАХ ЭЛЕКТРОМОБИЛЕЙ

### ENERGY STORAGE DEVICES IN ELECTRIC VEHICLE POWER PLANTS

**Трипутин И.**, студ., **Поварехо А. С.**, канд. техн. наук, доц.,  
Белорусский национальный технический университет,  
г. Минск, Республика Беларусь  
I. Triputin, student, A. Pavarekha, Ph. D. in Eng., Ass. Prof.,  
Belarusian National Technical University, Minsk, Belarus

*В силовой установке электромобилей присутствует большое количество устройств и изделий, работа которых сопровождается сложными процессами. В данной работе описываются принципы и особенности работы основных устройств, без которых работа современного электромобиля невозможна.*

*There are a large number of devices and products in the power plant of electric vehicles, the operation of which is accompanied by complex processes. This paper describes the principles and features of the operation of the main devices, without which the operation of a modern electric car is impossible.*

**Ключевые слова:** энергия, аккумуляторы, напряжение, мощность, суперконденсатор.

**Keywords:** energy, batteries, voltage, power, supercapacitor.

#### ВВЕДЕНИЕ

Бортовые устройства хранения энергии обеспечивают значительные преимущества в повышении стабильности, качества электроэнергии и надежности источника питания. Основными типами таких устройств, являются аккумуляторные батареи, суперконденсаторы и маховичные энергосистемы [1]. Менее популярными, вследствие своей сложности и относительной новизны, однако наиболее перспективными из возобновляемых источников энергии являются тепловые и фотоэлементы.

## ЛИТИЙ-ИОННЫЕ БАТАРЕИ

Литий-ионные аккумуляторы характеризуются отличной плотностью мощности (400–800 Вт/кг), что обеспечивает более чем 2С разрядную характеристику (в размере 40–80 кВт пиковой мощности в сборке на 20 кВт·ч) [2, 3]. Однако у них также есть много недостатков.

- стоимость (прогнозируемая около 250–300 \$/кВт·ч);
- литий является очень легковоспламеняющимся элементом, благодаря чему его воспламенение нельзя погасить обычным углекислотным огнетушителем;
- литий-ионные батареи имеют срок службы от 400 до 700 циклов.

Поэтому решение этих проблем имеет решающее значение. Чтобы решить проблему безопасности, некоторые производители изменили химию батареи в ущерб емкости и стоимости. Другие разработали химии, которая улучшает жизненный цикл и срок службы в ущерб емкости и мощности.

Альтернативный способ решения вышеупомянутых проблем, которые по существу являются общими для всех литиевых перезаряжаемых батарей, использует электронное управление в виде компенсаторов напряжения ячейки. Немногие из обоснований управления кратко перечислены ниже.

Защита от перенапряжения: эта функция снижает ток зарядки, когда общее напряжение составляет более 4,3 В/ячейку. Это связано с тем, что при более высоких напряжениях внутри ячейки образуется металлический литий, который является высокогорючим, как объяснялось ранее. Для простоты эта защита иногда применяется ко всему блоку ячеек вместо измерения напряжения каждой ячейки.

Защита от пониженного напряжения: эта функция снижает ток разряда при напряжении до 2,5 В/элемент. При таком напряжении теряется некоторая мощность, и внутри ячейки образуется определенное количество нежелательного медного покрытия. Также в этом случае для простоты можно измерять полное напряжение вместо проверки напряжения каждой ячейки.

Защита от короткого замыкания или максимальная токовая защита: эта схема защиты отключает ток зарядки/разрядки, если он превышает определенный предел (2С–50С, в зависимости от технологии ячейки).

Защита от перегрева: в этом случае ток отключается, если температура блока превышает определенное значение (около 60 °С).

Из-за их высокой удельной энергии и напряжения элемента, а также перспектив быть произведенными по низкой цене, ожидается, что литий-ионные батареи полностью заменят Ni-MH батареи применительно к электроприводу ТС. Литий-ионная батарея состоит из окисленного кобальта на положительном электроде, углерода на отрицательном электроде и соли лития в органическом растворителе в качестве электролита. Следует отметить, что процессы, происходящие в батарее довольно просты для моделирования.

Литий-ионные батареи сыграли важную роль в повышении стандартов производительности батарей, а в последнее время, даже в прогнозировании износа батареи. В табл. 1 представлены типы аккумуляторных батарей, используемые в электромобилях [1].

Таблица 1 – Типы аккумуляторных батарей, применяемых в электромобилях

Характеристики	Pb	NiCd	NiMh	Li-ион	Li-ион полимерный
Дата изобретения первых образцов	1859	1899	1970	1912	1999
Плотность, Вт·ч/кг	30–50	45–80	60–120	110–160	100–130
Максимальное число циклов заряда/разряда	300	1500	500	1000	500
Время заряда, ч	8–16	1	2–4	2–3	2–3
Саморазряд за месяц, %	5	20	30	10	около 10
Напряжение элемента, V	1,5	1,5	1,5	3,6	3,6
Минимальная рабочая температура, °C	–20	–40	–20	–20	0
Необходимость разряжать	2 раза в полгода	1 раз в месяц	1 раз в 3 месяца	нет	нет

Многообещающие аспекты химии батарей на основе лития включают в себя низкий эффект памяти, высокую удельную энергию около 100 Вт/кг, высокую удельную мощность 300 Вт/кг и срок службы батареи не менее 1000 циклов. Ключевыми барьерами являются календарный ресурс, стоимость, работа при экстремальных температурах и злоупотребление допустимыми отклонениями. Для дальнейшего увеличения удельной энергии необходим прорыв в разработке современных электродов.

В настоящее время компания Samsung Advanced Institute of Technology заявила, что использование материалов из графенового шара для изготовления батарей увеличит их емкость на 45 % и скорость зарядки в пять раз. Полный заряд литиево-ионной батареи занимает час, но время будет сокращено до 12 мин. с помощью новой технологии.

Аккумуляторы, которые используют графеновые шары, также могут поддерживать температуру 60 °С, что требуется для использования в электромобилях [4].

Характеристики некоторых из основных химий батарей, которые рассматриваются для систем тяги, хранения и систем с возобновляемыми источниками энергии, приведены в таблице 3.1.

Требования к испытаниям тяговых аккумуляторных батарей, а именно, самого распространенного на данный момент применения литий-ионных элементов, представлены в [5].

## ИОНИСТОРЫ

Электрохимические двухслойные конденсаторы (ионисторы) или суперконденсаторы работают во многом так же, как и обычные конденсаторы, поскольку отсутствует ионный или электронный перенос, что приводит к химической реакции (фарадный процесс отсутствует). Другими словами, энергия хранится в электрохимическом конденсаторе путем простого разделения заряда. Следовательно, энергия, накопленная в электрохимическом конденсаторе, может быть рассчитана с использованием того же известного уравнения, которое используется для обычных конденсаторов по формуле [6]:

$$Q = C \cdot V = \frac{A \cdot \varepsilon}{d} \cdot V.$$

Что касается обычного конденсатора, то емкость  $C$  пропорциональна площади  $A$  пластин, диэлектрической проницаемости диэлектрика  $\varepsilon$  и обратно пропорциональна расстоянию  $d$  между пластинами. В общем, ионисторы спроектированы так, чтобы обладать очень высокой площадью поверхности электрода и использовать диэлектрик с высокой диэлектрической проницаемостью, сохраняя при

этом токовые коллекторы очень близко. Поэтому ионисторы достигают очень высоких значений емкости (кило-фарады против милли- и микрофарадов для обычных конденсаторов). Это достигается за счет использования пористого углерода в качестве токоприемника, а не металлических полос. Пористый углеродный коллектор имеет очень большую площадь поверхности, позволяя хранить относительно большую энергию на поверхности коллектора. Два электрода разделены очень тонким пористым сепаратором и погружены в электролит, такой как пропилен карбонат. Из-за высокой проницаемости и близости электродов, ионисторы имеют способность выдерживать низкие напряжения (обычно 2,5 В).

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Современные тенденции показывают, что более высокие плотности энергии достижимы с помощью углеродного композитного электрода с использованием органического электролита, а не композитных электродных устройств с углеродным/металлическим волокном, с водным электролитом. Как описано выше, ионистор хранит энергию, физически разделяя противоположные заряды. Это имеет глубокие последствия для жизненного цикла, эффективности, энергии и плотности мощности. Следует отметить, что, как правило, ионистор имеет длительный жизненный цикл из-за того, что (в идеале) на электродах не происходит химических изменений при нормальной работе. Кроме того, общая эффективность превосходна; это только функция омического сопротивления проводящей цепи. Кроме того, плотность мощности является исключительной, поскольку заряды физически хранятся на электродах. Напротив, плотность энергии низка, потому что электроны не связаны химическими реакциями. Отсутствие химической связи также означает, что ионистор может быть полностью разряжен, что приводит к более сильным колебаниям напряжения в зависимости от состояния заряда.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Златин, П. А. Электромобили и гибридные автомобили / П. А. Златин, В. А. Кеменов, И. П. Ксенович; под ред. П. А. Златина]. - Москва : Агроконсалт, 2004. – 413 с.
2. Cassani, P. A. Status review and suitability analysis of cell-equalization techniques for hybrid electric vehicle energy storage systems / P.

A. Cassani, S. S. Williamson // IEEE Power Electronics Society Newsletter. – vol. 20, no. 2. – 2008, – pp. 8–12.

3. Все о литий-ионных аккумуляторах [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://tze1.ru/articles/detail/vse-o-litiiy-ionnykh-akkumulyatorakh/>. дата доступа: 27.11.2024.

4. Graphene balls for lithium rechargeable batteries with fast charging and high volumetric energy densities [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.nature.com/articles/s41467-017-01823-7>. – Дата доступа: 16.01.2018.

5. Транспорт дорожный на электрической тяге. Методы испытаний тяговых литий-ионных батарейных блоков и систем. Часть 1. Высокомощные применения : ГОСТ Р ИСО 12405-1-2013 Введен 01.09.2014.

6. Гнатов, А.В. Электробус на суперконденсаторах для міських перевезень / А. В. Гнатов [и др.] // Харківський національний автомобільно-дорожній університет. – Вестник ХНАДУ – 2016 г.

Представлено 15.05.2024

УДК 629.114.2

## **ПОЛУПАНТОГРАФ С ПНЕВМОПРИВОДОМ**

**Крюков И. Ю.**, студ., **Рахлей А. И.**, канд. техн. наук, доц.,  
Белорусский национальный технический университет,  
г. Минск, Республика Беларусь

I. Kryukov, student, A. Rakhley, Ph. D. in Eng., Ass. Prof.,  
Belarusian National Technical University, Minsk, Belarus

*Токоприемник является одним из основных элементов силового электрооборудования трамвая. В данной работе предлагается усовершенствованная конструкция пантографного токоприемника с пневмоприводом.*

*The pantograph is one of the main elements of the tram's power electrical equipment. This paper proposes an improved design of a pantograph pantograph with a pneumatic drive.*

**Ключевые слова:** токоприемник, пантограф, привод, пневмоцилиндр.

**Keywords:** current collector, pantograph, drive, pneumatic cylinder.

Среди современных аналогов, применяемых на подвижном составе для сетей переменного и постоянного тока, можно выделить токоприемники серии FB 700/FB 800 и токоприемник SOLO.

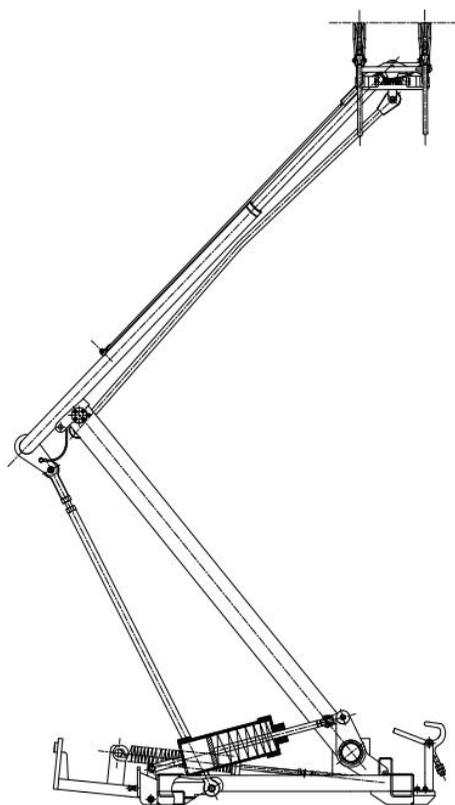


Рисунок 1 – Предлагаемая конструкция токоприемника

У них много достоинств, но они не лишены недостатков. Например:

- отсутствие механизированного привода складывания токоприёмника;
- зависимость от импортных деталей;
- низкая унификация узлов и деталей.

Задачей предлагаемого технического решения (рис. 1) является устранение этих недостатков путем изменения конструкции и внедрении новых инженерных решений.

Таким образом, изучив проблемы аналогичных токоприемников, были предложены следующие способы решения задач:

- разработка механизма опускания токоприемника вплоть до полного складывания. В частности, предлагается установка пневмоцилиндра с силовой пружиной.

- максимальное импортозамещение деталей и узлов, имеющих аналоги на территории Республики Беларусь, детали, не имеющие аналогов – произвести на имеющихся заводских мощностях.
- унификация всех возможных узлов, в частности подъемных пружин. Как показали расчеты, используемые пружины на токоприемниках троллейбуса могут подходить для их использования на трамвае, при использовании их в паре.

К недостаткам предлагаемого варианта можно отнести необходимость обеспечения трамвая пневматической системой, для питания пневмоцилиндра. Однако, в силу отсутствия на данный электрических приводов отечественного производства, предлагается именно пневматическая система. В отличие от гидравлической, ее можно использовать не только для пневмоцилиндра, но и как вариант – для установки пневматического сидения в кабину водителя.

Представлено 16.05.2024

УДК 629.114

**ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ  
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО ТРАКТОРА С  
ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКОЙ ТРАНСМИССИЕЙ**

**ASSESSMENT OF THE EFFECTIVENESS OF USING AN  
AGRICULTURAL TRACTOR WITH AN ELECTROMECHANICAL  
TRANSMISSION**

**Артименя И. В., Арабей Р. А., студ., Поздняков Н. А., ст. преп.,**  
Белорусский национальный технический университет,  
г. Минск, Республика Беларусь  
I. Artimenia, R. Arabei, student, N. Pozdnyakov, Senior Lecturer,  
Belarusian National Technical University, Minsk, Belarus

*В работе выполнено расчетное определение технико-экономических показателей работы машинно-тракторного агрегата в рамках технологических циклов с целью сравнительной оценки эффе́ктивности электромеханической трансмиссии трактора.*

*The work carried out a computational determination of the technical and economic indicators of the operation of a machine-tractor unit within the framework of technological cycles with the aim of comparatively assessing the efficiency of the electromechanical transmission of the tractor.*

**Ключевые слова:** *электромеханическая трансмиссия, сельскохозяйственных трактор, производительность, энергопотребление, технологический процесс.*

**Keywords:** *electromechanical transmission, agricultural tractor, performance, energy consumption, technological process.*

**ВВЕДЕНИЕ**

Использование тракторов в сельском хозяйстве связано с рядом специфических особенностей их эксплуатации, таких как цикличность технологических процессов, повышенная неравномерность нагрузки (например, при работе трактора на вспашке) и др., что существенно отличает работу сельскохозяйственных тракторов от промышленных.

Возможность эффективного применения электромеханической трансмиссии в составе сельскохозяйственного трактора должна оцениваться не только преимуществами бесступенчатого регулирования тягового усилия, но и суммой эксплуатационных затрат, определяемых как энергопотреблением, так и амортизацией и стоимостью обслуживания.

## 1 ПОСТАНОВКА ЗАДАЧ ИССЛЕДОВАНИЯ

Целью данного исследования является комплексный анализ эффективности применения электропривода для ходовой части сельскохозяйственного трактора.

Для достижения этой цели были поставлены следующие задачи: провести обзор современных вариаций электроприводов, используемых в сельскохозяйственной технике, и выявить особенности их применения в ходовой части самоходных машин, на основе анализа технологического цикла работы машинно-тракторного агрегата (МТА) оценить эксплуатационные затраты.

## 2 МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЙ

Исследование эффективности электропривода ходовой части самоходной машины включает несколько этапов:

- компьютерные испытания и тестирование: анализ работы электроприводов в различных режимах и технологических циклах.
- сравнение расхода топлива и электроэнергии: электроприводы потребляют меньше энергии при выполнении аналогичных задач по сравнению с двигателями внутреннего сгорания (ДВС).

Последние десятилетия принесли значительные изменения в области применения электроприводов в сельскохозяйственной технике. Исследования и разработки в этой области сосредоточены на следующих направлениях.

1. Электроприводы в ходовых частях сельскохозяйственных машин: Исследования в этой области ориентированы на разработку и оптимизацию электроприводов для повышения производительности и эффективности сельскохозяйственной техники в различных условиях эксплуатации.

2. Автономные электроприводы: Одним из актуальных направлений является разработка автономных электроприводов, которые

обеспечивают независимую работу ходовой части машины от внешних источников энергии, что особенно важно в сельском хозяйстве.

Примеры существующих разработок в области электроприводов ходовых частей сельскохозяйственных машин включают:

- использование электроприводов в сельскохозяйственных тракторах: Многие ведущие производители сельскохозяйственной техники внедряют электроприводы в ходовые части своих тракторов, что позволяет снизить расход топлива и улучшить маневренность при выполнении различных операций на поле;
- разработка электрических трансмиссий для самоходных комбайнов: Новейшие модели самоходных комбайнов оснащены электрическими трансмиссиями, что обеспечивает более плавное и точное управление, а также значительно снижает затраты на обслуживание;
- использование электроприводов в роботизированных с.-х. машинах: роботизированные сельскохозяйственные машины, оснащенные электроприводами в ходовых частях, демонстрируют высокую эффективность и точность выполнения задач как на открытых полях, так и в тепличных условиях.

Наиболее ценными данными для анализа работы МТА являются: информация о его скоростях движения, пройденном расстоянии, часовом, погектарном и интегральном расходе топлива и других параметрах, влияющих на его (МТА) производительность и топливную экономичность (например, буксование ведущих колес). В качестве примера моделирования авторами взят МТА в составе трактора «Беларус-1025» и навесного культиватора.

Созданная модель колесного трактора в составе МТА представляет собой средство для проведения расчетных исследований эксплуатационных параметров машинно-тракторных агрегатов различного состава в процессе выполнения технологического цикла с использованием компьютерных испытаний. Эта модель обладает широким спектром функциональных возможностей, позволяя задавать различные параметры МТА, технологического процесса и условий работы. Благодаря наличию неограниченного числа "датчиков", контролируемых физические величины, модель обеспечивает обширные возможности для обработки результатов экспериментов и анализа эксплуатационных показателей.

Эффективное использование ресурсов является ключевым аспектом повышения производительности и улучшения устойчивости сельскохозяйственного производства. В этом контексте сравнение расхода топлива и электроэнергии при приведении в движение сельскохозяйственной техники играет важную роль для определения наиболее экономичных решений.

В контексте данного исследования, целью было оценить эффективность электрического электропривода в сравнении с двигателем внутреннего сгорания (ДВС). Для достижения этой цели был проведен расчет, в котором сравнивались два основных типа двигателей в различных условиях эксплуатации.

### 3 РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Также рамках данного исследования был проведен сравнительный анализ стоимости расходуемого топлива обоих типов двигателей в различных условиях эксплуатации. Особое внимание уделено выявлению различий в экономической эффективности и факторов, влияющих на принятие решений о выборе оптимального типа двигателя для конкретных задач и условий эксплуатации.

Результаты расчета представлены в таблице.

Таблица – Сравнение технико-экономических показателей работы МТА

ДВС						Электрический двигатель					
Челночный способ			Круговой способ			Челночный способ			Круговой способ		
$\varphi$	$G_T$ , кг/га	$C$ , руб/га	$\varphi$	$G_T$ , кг/га	$C$ , руб/га	$\varphi$	$G_э$ , кВт·ч/га	$C$ , руб/га	$\varphi$	$G_э$ , кВт·ч/га	$C$ , руб/га
0,81	12,30	33,76	0,75	12,51	34,34	0,81	56,70	22,68	0,75	57,53	23,01
0,82	12,27	33,67	0,76	12,48	34,24	0,82	56,56	22,62	0,76	57,40	22,96
0,83	12,23	33,57	0,77	12,44	34,15	0,83	56,42	22,57	0,77	57,26	22,90
0,84	12,20	33,48	0,78	12,41	34,05	0,84	56,28	22,51	0,78	57,12	22,85
0,85	12,16	33,38	0,79	12,37	33,96	0,85	56,14	22,46	0,79	56,98	22,79
0,86	12,13	33,28	0,80	12,34	33,86	0,86	56,00	22,40	0,80	56,84	22,73

Используемые обозначения:

$\varphi$  – коэффициент рабочих ходов двигателя;  $G_T$  – общий погектарный расход топлива;  $G_э$  – погектарный расход электроэнергии.

Формулы, используемые для расчета расхода ДВС:  
общий погектарный расход топлива:

$$G_T = G_{T,га} + G_{T,хх} ;$$

погектарный расход топлива на рабочем ходу:

$$G_{T,га} = \frac{G_{T,н}}{W_ч} ;$$

расход топлива на холостом ходу:

$$G_{T,хх} = 0,3 \cdot G_{T,га} \cdot (1 - \varphi) ;$$

часовая производительность:

$$W_ч = 0,36 \cdot B_p \cdot V_p ;$$

$$G_{T,p} = G_{T,н} \cdot \gamma_d ;$$

$$G_{T,н} = N_{e\max} \cdot g_e / 1000.$$

Формулы, используемые для расчета расхода электроэнергии:

$$N_{эд,р} = \gamma_d \cdot N_{эд} ;$$

$$G_э = N_{эд} / W_э ;$$

$$G_{э,р} = N_{эд,р} / (W_ч \cdot \eta_{эд,р}) ;$$

$$G_{э,хх} = 0,3 \cdot G_{э,р} \cdot \eta_{эд,хх} / (\eta_{эд,р} \cdot (1 - \varphi)) ;$$

$$G_э = G_{э,р} + G_{э,хх}.$$

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проведенный расчет сравнительной экономической эффективно-

сти показал, что ДВС обходится значительно дороже в использовании по сравнению с электродвигателем, в основном из-за низких тарифов на электроэнергию.

Расходы на энергию для электродвигателя оказались существенно ниже по сравнению с ДВС, что делает его более экономически выгодным решением в текущих условиях.

Это означает, что при выборе между электроприводом и ДВС необходимо учитывать не только их экологические преимущества, но и экономические аспекты. В настоящее время, при высоких расходах на ДВС, использование электродвигателя может оказаться более предпочтительным с точки зрения экономии средств.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Ксенович, И. П. Механические трансмиссии с бесступенчатым регулированием передаточных чисел между смежными ступенями коробки передач / И. П. Ксенович // Мобильная техника. – 2004. – № 1. – С. 21–29.

2. Ксенович, И. П. Идеология проектирования электромеханических систем для гибридной мобильной техники / И. П. Ксенович, Д. Б. Изосимов // Тракторы и сельхозмашины. – 2007. – № 2. – С. 12–20.

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТРЕБУЕМОЙ ЕМКОСТИ ТЯГОВОЙ БАТАРЕИ ТРАНСПОРТНОГО СРЕДСТВА

### DETERMINATION OF THE REQUIRED CAPACITY OF THE VEHICLE TRACTION BATTERY

Демьянов А. М., Радько В. А., студ.,  
Бойков В. П., д-р техн. наук, проф.,  
Белорусский национальный технический университет,  
г. Минск, Беларусь  
A. Demianov, V. Radko, student,  
V. Boykov, Dr. of Eng., Prof,  
Belarusian National Technical University, Minsk, Belarus

*В работе предложен способ оценки оптимального значения емкости тяговой аккумуляторной батареи транспортного средства по критериям минимальной массы и достаточности запаса хода.*

*The paper proposes a method for estimating the permissible capacity values of a vehicle's traction battery based on minimum weight and sufficient range.*

**Ключевые слова:** *тяговая аккумуляторная батарея, электрическое транспортное средство, тяговый баланс, запас хода.*

**Keywords:** *traction battery, electric vehicle, traction balance, power reserve.*

#### ВВЕДЕНИЕ

Анализ работ [1, 2, 3] показал высокий уровень проработки материалов связанных с моделированием химических источников тока, исследований энергопотребления транспортного средства (ТС) при движении по циклу, а также эффективное использование электроэнергии. При этом работ, связанных с методикой оценки характеристик тяговой аккумуляторной батареи (ТАБ) в составе ТС не обнаружено. В связи с чем развитие данной темы является актуальной задачей, для решения которой необходимо связать опыт моделирования, как электрических характеристик батареи, так и аспектов, связанных

с расчетом тягового баланса движения ТС.

В связи с чем формируется актуальная задача для тщательного исследования влияния характеристик аккумуляторной батареи на эксплуатационные показатели электрического транспортного средства (ЭТС).

### МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ДВИЖЕНИЯ АТС

Математическая модель представляет собой систему уравнений, описанную в [4] и дополненную коэффициентами  $a_M$ ,  $b_M$  и  $c_M$  в аппроксимирующей функции зависимости крутящего момента  $M_k$  электродвигателя от его угловой скорости вращения  $\omega_e$ :

$$M_k = a_M \cdot \omega_e^2 + b_M \cdot \omega_e + c_M.$$

Для решения большинства задач анализа и синтеза используется уравнение силового (тягового) баланса машины, который можно представить в виде:

$$M_T = P_\psi + P_w + P_j + P_{кр},$$

или

$$\frac{M_e \cdot u_p \cdot \eta_p}{r_k} = \psi \cdot G_a + W \cdot v_x^2 + m_a \cdot \delta_{вр} \cdot j + P_{кр}, \quad (1)$$

где  $M_e$  – развиваемый электродвигателем крутящий момент;  $u_p$  – передаточное число редуктора;  $\eta_p$  – КПД редуктора;  $r_k$  – радиус колеса;  $\psi$  – коэффициент дорожного сопротивления;  $G_a$  – вес ЭТС;  $W$  – фактор обтекаемости автомобиля;  $v_x$  – поступательная скорость движения;  $m_a$  – масса ЭТС;  $\delta_{вр}$  – коэффициент учета вращающихся масс;  $j$  – ускорение.

При этом тяговый баланс ЭТС будет иметь вид, представленный на рис. 1.

### МЕТОДИКА АНАЛИЗА ХАРАКТЕРИСТИК ТЯГОВОЙ АККУМУЛЯТОРНОЙ БАТАРЕИ

С учетом предъявляемых к ТАБ требований по заданному запасу

хода необходимо определить требуемую емкость ТАБ. Другое условие, устанавливающее взаимосвязь емкости батареи и ее массы, определяет нелинейный характер зависимости запаса хода от емкости батареи. Такая зависимость с учетом влияния массы ТАБ на путевой расход электроэнергии может быть определена по количеству потребляемой энергии в зависимости от динамических параметров работы электродвигателя, работающего в тяговом режиме:

$$E_i = \left( \frac{M_{ei} \cdot \omega_i}{\eta_m \cdot \eta_{em}} - P_{pi} \right) dt + E_{i-1}, \quad (2)$$

где  $E_i$  – текущее значение энергии;  $E_{i-1}$  – значение энергии в предыдущий момент;  $dt$  – шаг времени;  $M_{ei}$  – момент на валу, создаваемый электродвигателем, либо прикладываемый к нему;  $\eta_m$  – КПД электродвигателя в тяговом режиме;  $\eta_{em}$  – КПД инвертора электродвигателя;  $P_{pi}$  – мощность, идущая на работу дополнительных потребителей энергии.

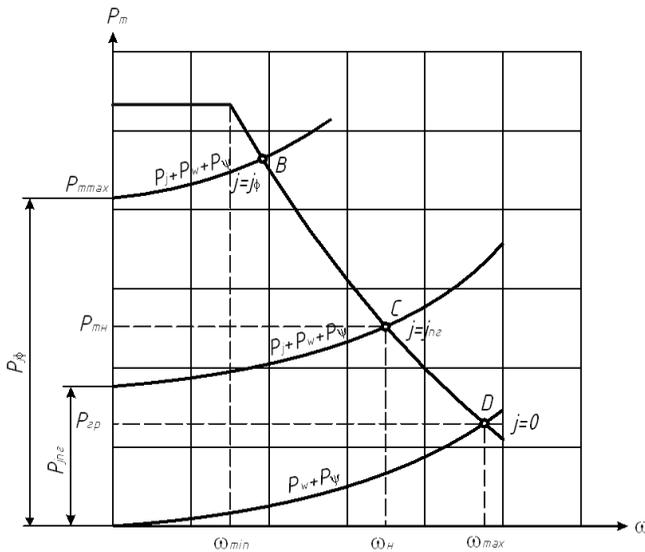


Рисунок 1 – Характеристика тягового баланса ЭТС

К дополнительным потребителям энергии отнесены электрооборудование ЭТС, оборудование, связанное с системой термостатирования батареи и питания климатической установки.

Момент на валу электродвигателя определяется из формулы (1) в зависимости от заданных условий движения и зависит от величины  $G_a$ , которая включает вес  $G_6$  батареи. Таким образом, зависимость запаса хода ЭТС от емкости ТАБ (с учетом прямой зависимости массы от емкости) будет иметь вид, представленный на рис. 2.

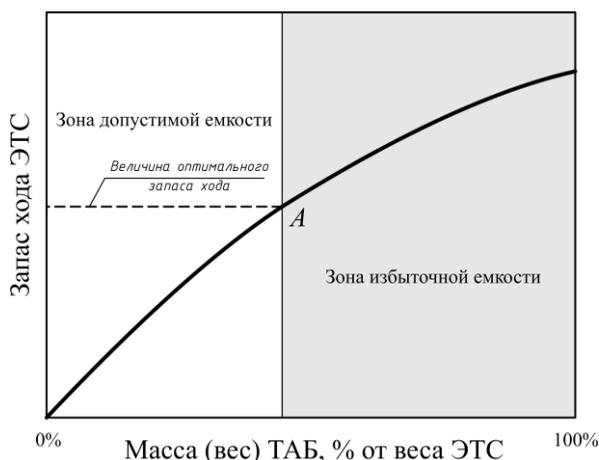


Рисунок 2 – Зависимость запаса хода ЭТС от емкости ТАБ

На рис. 2 отмечен уровень оптимального запаса хода, соответствующий искомой емкости ТАБ. Ее положение найдено как точка «А» заметного перегиба кривой, т.е. там, где характер зависимости начинает существенно отклоняться от линейного. Положение точки «А», главным образом, зависит от типа ТАБ, удельной мощности двигателя  $N_{уд}$  и условий эксплуатации ЭТС.

Удельная мощность двигателя  $N_{уд}$ , равная отношению мощности двигателя к массе ЭТС влияет, прежде всего, на его разгонные свойства и может быть ограничена условиями комфортного разгона  $1,0...1,2 \text{ м/с}^2$  для городского транспорта и  $1,2...1,5 \text{ м/с}^2$  – для пригородного и междугороднего.

Тип батареи характеризуется своим значением удельной емкости  $C_{уд}$ , которое определяется отношением емкости ТАБ к ее массе.

Например, для литиевых батарей  $C_{уд} = 0,20 \dots 0,22$  кВт·ч/кг.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Найденное значение емкости для конкретного ЭТС, соответствующее точке «А» (рис. 2) по описанной методике следует считать предельной по условиям утяжеления ЭТС.

Для окончательного выбора типа и емкости ТАБ для заданного ЭТС не менее важно учитывать экономические показатели, на которые влияют срок службы (количество циклов заряда-разряда) и стоимость ТАБ, что требует дальнейших исследований.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Скундин А.М., Современное состояние и перспективы развития исследований литиевых аккумуляторов / А.М. Скундин, О.Н. Ефимов, О.В. Ярмоленко // Успехи химии. – 2002 - №71 (4) С.378.

2. R Deshpande. Battery Cycle Life Prediction with Coupled Chemical Degradation and Fatigue Mechanics/Journal of The Electrochemical Society, 159 (10) A1730-A1738 (2012).

3. Каневский Л.С., Деградация литий-ионного аккумулятора и методы борьбы с ней/ Л.С. Каневский В.С.Дубасова // Электрохимия. – 2005. – том 41. №1, с.3-19.

4. Литвинов А. С., Фаробин Я. Е. Автомобиль: Теория эксплуатационных свойств: Учебник для вузов по специальности «Автомобили и автомобильное хозяйство». – М.: Машиностроение, 1989.— 240 с.: ил.

**АВТОМАТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ  
БЕСПИЛОТНЫМ ТРЕХОСНЫМ СВЕКЛОУБОРОЧНЫМ  
КОМБАЙНОМ С ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКИМ ПРИВОДОМ**

AUTOMATIC CONTROL SYSTEM FOR AN UNMANNED THREE-  
AXIS BEET HARVESTER WITH AN ELECTROMECHANICAL  
DRIVE

**Жуковский А. И., Клименок И. С., студ.,**

**Поздняков Н.А., ст. преп.,**

Белорусский национальный технический университет,

г. Минск, Республика Беларусь

A. Zhukovsky, I. Klimenok, student, Pozdnjakov N.A., Senior Lecturer,

Belarusian National Technical University, Minsk, Belarus

*Рассмотрена специфика концепции современных трехосных свеклоуборочных комбайнов с электромеханическим приводом от дизельного двигателя, как колес, так и рабочих аппаратов, разработаны структурные схемы модулей комплексной мехатронной системы управления.*

*The specifics of the concept of modern three-axle beet harvesters with an electromechanical drive from a diesel engine, both wheels and working devices, are considered, block diagrams of modules of an integrated mechatronic control system are developed.*

**Ключевые слова:** *трехосный свеклоуборочный комбайн, мехатронная система, электромеханический привод.*

**Keywords:** *three-axle beet harvester, mechatronic system, electro-mechanical drive.*

## ВВЕДЕНИЕ

Концепция бесступенчатой технологии привода колес и активных рабочих органов (АРО) путем использования в трансмиссиях трехосных, в том числе беспилотных свеклоуборочных комбайнов комплексной мехатронной системы управления и модулей электромеханических передач с разделением мощностей различными вариантами

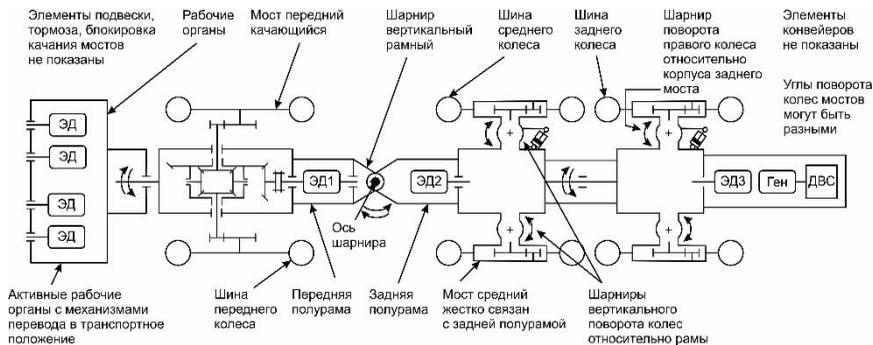
мостовых, бортовых, индивидуальных приводов, является доминирующей тенденцией при их создании, благодаря преимуществам такой технологии по возможностям управления, повышению производительности, экономичности и показателей других эксплуатационных свойств подобной с.-х. техники [1, 2, 3].

В статье приведены результаты анализа специфики концепции современных трехосных свеклоуборочных комбайнов с электромеханическим приводом от дизельного двигателя, как колес, так и рабочих аппаратов, предложены структурные схемы модулей комплексной мехатронной системы управления.

### СТРУКТУРА АВТОМАТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ БЕСПИЛОТНЫМ ТРЕХОСНЫМ СВЕКЛОУБОРОЧНЫМ КОМБАЙНОМ С ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКИМ ПРИВОДОМ

В бортовом управляющем компьютере беспилотного трехосного свеклоуборочного комбайна реализована комплексная мехатронная система управления приводами колес и рабочих органов, технологическими процессами машины, в зависимости от его состояния при штатной эксплуатации, реализуются экстремальные, оптимальные и адаптивные алгоритмы управления для различных подсистем рассматриваемого комбайна (рис. 1).

Из непрерывно просчитываемых прогнозов-сценариев требуемых управляющих воздействий на мехатронные сервоприводы выбирается лучший по критерию надежности гарантированного достижения результата. На основе программных средств искусственного интеллекта обычно реализуются принципы ситуационного управления беспилотным комбайном; алгоритм фильтра Калмана для достижения точности определения координат местоположения; модуль самообучения на основе процедур искусственного интеллекта и баз знаний; технология телематического контроля за процессами и техническим состоянием комбайна. Для работы мехатронная надсистема включает набор аппаратных средств, алгоритмов управления исполнительными силовыми модулями электроприводов, а также гидравлических подсистем (например, смазки и управления двигателем при пуске, приводами тормозных механизмов, гидроцилиндрами подъема рабочего аппарата и складывания полурам и т.д.) трехосного свеклоуборочного комбайна (рис. 2-4).



Примечание:

1. ЭД - электродвигатели;

2. схема симметрична относительно продольной оси комбайна;

3. управление траекторией движения ходовой системы осуществляется изменением углов излома полурамы и углов поворота плоскостей колес мостов.

Рисунок 1 – Схема ходовой система свеклоуборочного трехосного комбайна с электромеханическим приводом

Структурные схемы трансмиссии комбайна (рис. 1) и модуля электропривода (рис. 2) отражают состав машины и алгоритм функционирования части системы мехатронного управления простейшим модулем электропривода (рис. 2, 3).

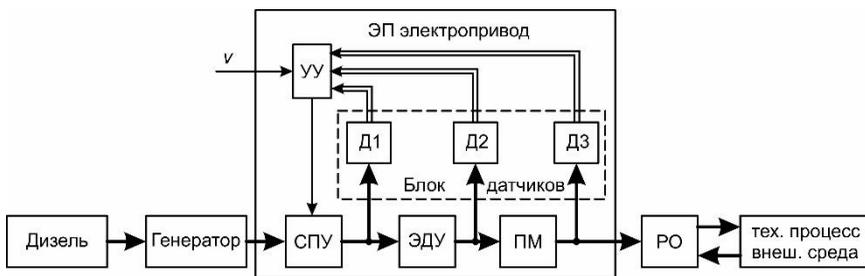


Рисунок 2 – Структура модуля электропривода

## ХАРАКТЕРИСТИКИ СТРУКТУРНОГО СОСТАВА ЭЛЕМЕНТАРНОЙ МЕХАТРОННОЙ ПОДСИСТЕМЫ ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКОГО ПРИВОДА

Основные элементы простейшей структурной составляющей – модуля подсистемы мехатронного электромеханического привода, из которых состоит часть надсистемы мехатронного управления свеклоуборочным комбайном включает (рис. 2):

ЭДУ – электродвигатель асинхронный с векторным управлением с выходным валом;

СПУ – силовое преобразовательное устройство – единичная мехатронная подсистема электропривода в составе различных вариантов бортового и мостового исполнения мехатронной надсистемы – привода колес ходовой системы, элементов рабочего аппарата и конвейеров свеклоуборочного трехосного комбайна;

ИЭЭ – источник электрической энергии для преобразования ее параметров: напряжения, тока, частоты генератора к значениям, необходимым для питания ЭДУ, с учетом изменения параметров и динамических характеристик самого источника вследствие ограничения его мощности или ограничения мощности дизельного двигателя в составе модуля «дизель – генератор»;

ПМ – передаточный механизм электропривода для преобразования параметров механической энергии ЭДУ к заданному виду, например вращательному у колеса, колебательному у некоторых элементов рабочего аппарата и др., и к требуемым значениям переменных величин: вращающего момента, частоты вращения, скорости движения, необходимых для функционирования структурных элементов надсистемы – ходовой системы и рабочего аппарата трехосного свеклоуборочного комбайна с электромеханическим приводом от дизельного двигателя;

Д1–Д3 – датчики-сенсоры фазовых переменных – координат, характеризующих текущее состояние ЭП, информация о которых используется для формирования обратных связей, необходимых для управления движением в соответствии с технологическими и техническими требованиями. Координатами являются токи и напряжения СПУ и ЭДУ, движущие и упругие моменты, скорость, ускорения, угловое и линейное перемещения и др., которые подаются в управляющее устройство;

УУ – управляющее устройство, вырабатывает необходимый сигнал управления, подаваемый на СПУ;

Уз – задающий сигнал и сигнал от датчиков обратных связей. Уз поступает от оператора, программного блока либо от компьютеризированной системы более высокого уровня иерархии, контролирующего ход технологического процесса в целом;

Унагр – статические и динамические нагрузки от взаимодействия выходного звена подсистемы с внешней средой;

ЭП – электромеханический привод или единичная мехатронная подсистема в составе объекта управления как макросистемы мехатронного управления;

ОУ – объект управления, включающий несколько мехатронных структурных элементов – свеклоуборочный комбайн с мехатронным управлением, как при ручном задании входных воздействий, так и при автономном функционировании, в случае задания входных воздействий от внешних управляющих надсистем связи с ОУ.

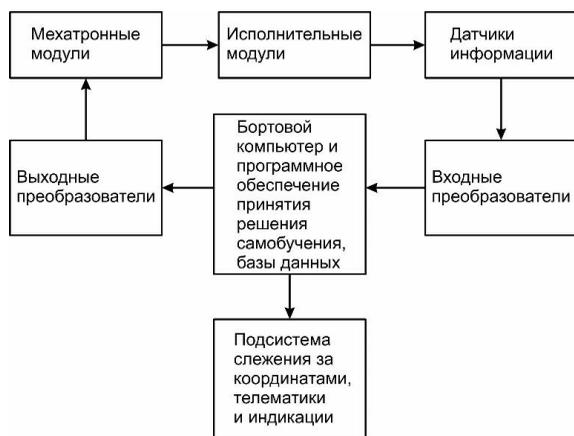


Рисунок 3 – Функциональная схема модуля слежения за местоположением и траекторией движения в мехатронной системе автономного трехосного свеклоуборочного комбайна

Цель управления ОУ состоит в обеспечении максимального КПД комплексной системы с несколькими исполнительными рабочими органами, включая колеса ходовой системы, и качества выполнения технологических операций в соответствии с назначением на базе многодвигательной мехатронной структуры на основе бортового компьютера и его программного обеспечения (ПО). ПО реализует современные методы поиска оптимального управления, например элементы искусственного интеллекта, метод нечеткой логики, изобретающей машины, САД подсистем, компьютерных симуляторов процессов и др. Все это в совокупности с новой концепцией одновременного начала проектной разработки и создания техниче-

ской реализации ОУ позволяет достичь синергетического усиливающего эффекта общего повышения эффективности и функциональных качеств разработки, в сравнении с одновременной традиционной раздельной разработкой вначале частей структурных компонент и последующим согласованием их для целей управления.

Как показывает анализ конструкций свеклоуборочных комбайнов, наиболее перспективным является индивидуальный электромеханический привод колес, что отражает следующая схема (рис. 4).

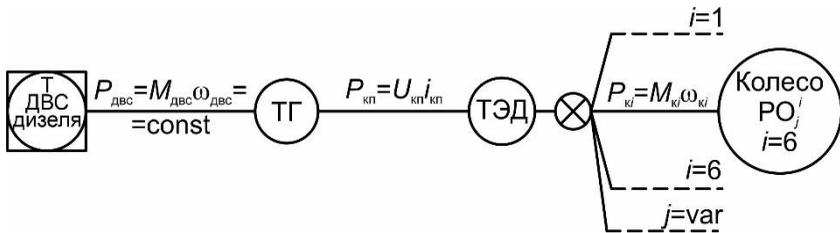


Рисунок 4 – Схема последовательного индивидуального привода колес и активных рабочих органов в зависимости от вида рабочей операции трехосного свеклоуборочного комбайна с дизель-электрическим модулем

Все рассмотренные выше компоненты общей системы мехатронного управления необходимы для обеспечения функционирования ее центральной части, реализуемой в бортовой ЭВМ

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Предложена схема и выполнен анализ структурного построения электромеханической трансмиссии в составе автономного трехосного свеклоуборочного комбайна с комплексной мехатронной системой автоматического управления приводом колес от дизель-генераторной трансмиссионной установки.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Атаманов, Ю. Е. Проблемные вопросы проектирования двухпоточной трансмиссии колесного трактора / Ю. Е. Атаманов, Г. А. Таяновский // Современные методы проектирования машин : республиканский межведомственный сборник научных трудов : в 7 т. / под общ. ред. П. А. Витязя ; редкол.: П. А. Витязь (пред.) [и др.]. – Минск:

Технопринт, 2004. – Вып. 2, т. 3 : Проектирование приводов машин. – С. 59-63.

2. О концепции тягового электропривода сельскохозяйственного трактора / П. А. Амельченко [и др.] // Инновационные технологии в производстве сельскохозяйственной продукции: сборник науч. статей Междунар. науч.-практ. конф., Минск, 2-3 июня 2015 г. - Минск: БГАТУ, 2015. - С. 17-19.

3. Таяновский, Г. А. Об изменении концепции и общей компоновки сельскохозяйственных тракторов = On changes in concept and general composition Agricultural tractors / Г. А. Таяновский // Научные решения проблем развития тракторной техники, многоцелевых колесных и гусеничных машин, городского электротранспорта [Электронный ресурс] : сборник научных трудов Международной научно-практической конференции, посвященный 65-летию кафедры "Тракторы", 20-21 января 2019 / редкол.: В. П. Бойков (отв. ред.) [и др.]. – Минск : БНТУ, 2019. – С. 172-192.

## РАСЧЕТ ПАРАМЕТРОВ ДОЛГОВЕЧНОЙ ФРИКЦИОННОЙ МУФТЫ СЦЕПЛЕНИЯ ТРАКТОРА

### CALCULATION OF PARAMETERS OF DURABLE TRACTOR CLUTCH FRICTION CLUTCH

**Сковыш А. И., Скок Е. Д., студ., Поздняков Н. А., ст. преп.,**  
Белорусский национальный технический университет,  
г. Минск, Республика Беларусь  
A. Scovysh., E. Skok, student, N. Pozdnjakov, Senior Lecturer,  
Belarusian National Technical University, Minsk, Belarus

*В работе предложена методика выбора параметров тракторных фрикционных сцеплений на основе обобщенного анализа методов расчетных исследований фрикционных муфт механических приводов различных типов машин.*

*The paper proposes a methodology for selecting the parameters of tractor clutches based on a generalized analysis of methods for computational studies of friction clutches of mechanical drives of various types of machines.*

**Ключевые слова:** *фрикционная муфта, долговечность, фрикционные накладки, работа трения.*

**Keywords:** *friction clutch, durability, friction linings, friction work.*

#### ВВЕДЕНИЕ

Долговечность дисков с фрикционными накладками муфты сцепления (МС) трактора зависит в основном от теплового режима их работы, который определяется объемными и поверхностными температурами в процессе включения МС. К числу основных факторов, определяющих значение и характер изменения указанных температур, относятся энергетические показатели МС – работа  $L$  и мощность  $N$  трения (буксования) МС за цикл включения [1].

При оценке показателей, определяющих долговечность муфты сцепления необходимо знать ее максимальное возможное, т.е. предельное значение работы трения за одно включение  $L_{\text{пред}}$ . Величина

$L_{\text{пред}}$  определяется параметрами привода, внешними нагрузками и продолжительностью включения муфты  $t_{\phi}$ .

### ПРЕДЕЛЬНАЯ РАБОТА ТРЕНИЯ МУФТЫ

На теоретической диаграмме буксования муфты, представленной на рис. 1, ее момент трения при включении принят меняющимся по линейному закону:

$$M_{\phi}(t) = \frac{M_{\phi} \cdot t}{t_{\phi}},$$

где  $t_{\phi}$  – время включения муфты, а после завершения включения  $M_{\phi} = \text{const}$ .

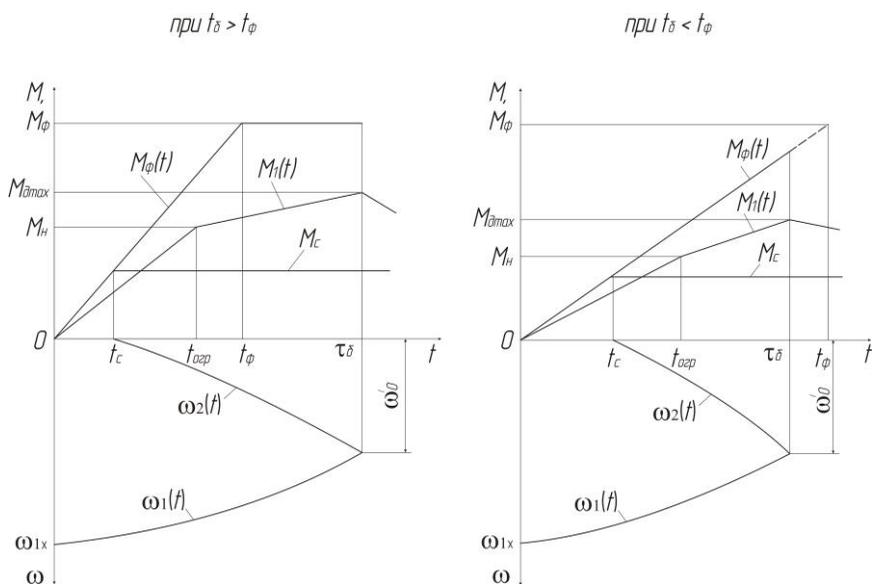


Рисунок 1 – Теоретическая диаграмма включения муфты сцепления

Принято также, что момент двигателя на регуляторной и перегрузочной ветвях характеристики меняется по линейному закону. При расчетах введено допущение, мало влияющее на результаты, что в интервале времени  $0 - t_{\text{орп}}$ :

$$M_1(t) = M_{\phi}(t) = M_n \cdot t/t_{\phi},$$

а в интервале времени  $t_{огр} - \tau_6$ :

$$M_1(t) = M_n = \text{const},$$

где  $t_{огр}$  – время работы двигателя на ограничителе максимальной частоты вращения;  $M_n$  – номинальный крутящий момент двигателя) [2, с. 115].

Момент сопротивления  $M_c$  ведомых элементов принят постоянным и равным номинальному крутящему моменту двигателя:

$$M_c = M_n.$$

Время  $t_c$  буксования муфты при неподвижном ведомом вале и время  $t_{огр}$  работы двигателя при действии ограничителя в этом случае равны

$$t_c = t_{огр} = t_\phi \cdot \frac{M_n}{M_\phi} = \frac{t_\phi}{\beta}.$$

Принято также, что буксование муфты заканчивается в тот момент, когда угловая скорость коленчатого вала двигателя достигнет минимальной допустимой величины  $\omega'_0$ , ниже которой двигателе гложнет [2, с.117],

$$\omega'_0 = \omega_0 - (20...30) \text{ с}^{-1},$$

где  $\omega_0$  – угловая скорость двигателя при максимальном крутящем моменте).

Возможность принятия таких допущений объясняется следующим. Если при включение муфты с заданным темпом  $t_\phi = \text{const}$  ее процесс буксования заканчивается при минимально допустимой угловой скорости  $\omega_0$ , то между моментом инерции  $J_2$  ведомых масс коэффициентом нагрузки двигателя  $\gamma_d$  (моментом сопротивления  $M_c$ ) существует такое соотношение, при котором продолжительность буксования  $\tau_6$  работа трения  $L_{тр}$  остаются постоянными, равными предельным значениям  $\tau_6 = \tau_{6.пред}$  и  $L_{тр} = L_{тр.пред}$ . Поэтому с целью

упрощения вывода формулы предельной работы трения  $L_{\text{пред}}$  рассматриваем случай, когда  $\gamma_d = 1$ , т.е. при  $M_c = M_H$ .

Из уравнений динамики ведущей и ведомой систем привода

$$M_{\phi}(t) = M_1(t) + J_1 \frac{d\omega_1}{dt} \quad \text{и} \quad M_{\phi}(t) = M_c + J_2 \cdot \frac{d\omega_2}{dt}$$

определяются угловые скорости этих систем

$$\omega_1 = \omega_{1\text{нач}} - \frac{1}{J_1} \cdot \int_{t_{\text{нач}}}^t [M_{\phi}(t) - M_1(t)] dt ;$$

$$\omega_2 = \omega_{2\text{нач}} + \frac{1}{J_2} \cdot \int_{t_{\text{нач}}}^t [M_{\phi}(t) - M_c(t)] dt ,$$

где  $\omega_{1\text{нач}}$ ,  $\omega_{2\text{нач}}$  – угловые скорости ведущей и ведомой систем, соответствующая начальным условиям участка диаграммы;  $t_{\text{нач}}$  – время начала участка диаграммы.

Полный интеграл работы трения

$$L_{\text{д.тр}} = \int_0^{\tau_6} M_{\phi}(t) \cdot \omega_6(t) dt ,$$

где  $\omega_6(t)$  – угловая скорость буксования.

Представим при  $M_c = M_H$  в виде суммы трех интегралов на участках диаграммы:  $0 - t_{\text{огр}}$ ,  $t_{\text{огр}} - t_{\phi}$ ,  $t_{\phi} - \tau_6$ .

$$L_{\text{д.тр}} = \int_0^{t_{\phi}/\beta} M_{\phi}(t) \cdot \omega_{61}(t) dt + \int_{t_{\phi}/\beta}^{t_{\phi}} M_{\phi}(t) \cdot \omega_{62}(t) dt + \int_{t_{\phi}}^{\tau_6} M_{\phi}(t) \cdot \omega_{63}(t) dt .$$

Определив значения работы трения на отдельных участках и про-

суммировав их, а так же учитывая, что максимально возможное значение момента инерции ведомой системы  $J_2 = J_{2\text{доп}}$ , при котором угловая скорость коленчатого вала достигнет значения  $\omega'_0$ , получим формулы предельной работы трения  $L_{\text{тр.пред}}$  и времени буксования муфты  $\tau_{\text{дб}}$  при  $\tau_{\text{дб}} > t_\phi$ :

$$L_{\text{д.пред}} = \frac{\omega_{1x}}{2} \left[ M_{\text{н}} \cdot t_\phi + \frac{J_1 \cdot \beta}{\beta - 1} \cdot (\omega_{1x} - \omega'_0) + \frac{M_{\text{н}}^2 \cdot t_\phi^2}{J_1 \cdot (\omega_{1x} - \omega'_0)} \cdot \frac{(\beta - 1)^3}{12 \cdot \beta^2} \right]; \quad (1)$$

$$\tau_{\text{дб}} = \frac{J_1 \cdot (\omega_{1x} - \omega'_0)}{M_{\text{н}} \cdot (\beta - 1)} + \frac{t_\phi \cdot (\beta - 1)}{2 \cdot \beta}. \quad (2)$$

Если же  $\tau_{\text{дб}} < t_\phi$ , то

$$L_{\text{д.пред}} = \frac{\omega_{1x}}{2} \cdot \tau_{\text{дб}}^2 \left[ \frac{M_{\text{н}} \cdot \beta}{t_\phi} - \frac{M_{\text{н}}^2}{J_1 \cdot (\omega_{1x} - \omega'_0)} \cdot \left( \frac{1}{2} - \frac{2 \cdot \tau_{\text{дб}} \cdot \beta}{3 \cdot t_\phi} + \frac{\tau_{\text{дб}}^2 \cdot \beta^2}{4 \cdot t_\phi} - \frac{t_\phi^2}{12 \cdot \tau_{\text{дб}}^2 \cdot \beta^2} \right) \right]; \quad (3)$$

$$\tau_{\text{дб}} = \frac{t_\phi}{\beta} + \sqrt{\frac{2 \cdot J_1 \cdot t_\phi \cdot (\omega_{1x} - \omega'_0)}{M_{\text{н}} \cdot \beta}}. \quad (4)$$

Условие применимости последних формул определяется соотношением

$$\sigma = \frac{2 \cdot J_1 \cdot \beta}{M_{\text{н}} \cdot t_\phi} \cdot (\omega_{1x} - \omega'_0) - (\beta - 1)^2 \begin{cases} > 0 \quad \tau_{\text{дб}} > t_\phi \quad (\text{ф-лы 1, 2}); \\ < 0 \quad \tau_{\text{дб}} < t_\phi \quad (\text{ф-лы 3, 4}). \end{cases}$$

Анализ входящих в эти уравнения величин свидетельствует, что  $L_{\text{д.пред}}$  и  $\tau_{\text{дб}}$  определяются параметрами двигателя ( $M_{\text{н}}$ ,  $\omega_{1x}$ ,  $\omega'_0$ ,  $J_1$ ), коэффициентом запаса муфты ( $\beta$ ) и продолжительностью ее включения ( $t_\phi$ ) и не зависит от параметров ведомой системы привода.

При сравнительно схожих параметрах современных дизельных двигателей тракторов малого класса ( $\omega_{1x} = 60 \dots 90 \text{ с}^{-1}$ ;

$\omega'_0 = 50 \dots 70 \text{ с}^{-1}$ ) выполнение условия о соотношениях  $\tau_{дб}$  и  $t_{\phi}$  будет зависеть в основном от момента инерции  $J_1$  двигателя, и ведущих частей сцепления. Таким образом, можно установить взаимосвязь между  $\sigma$  и  $J_1$ , представленную на рис. 2.

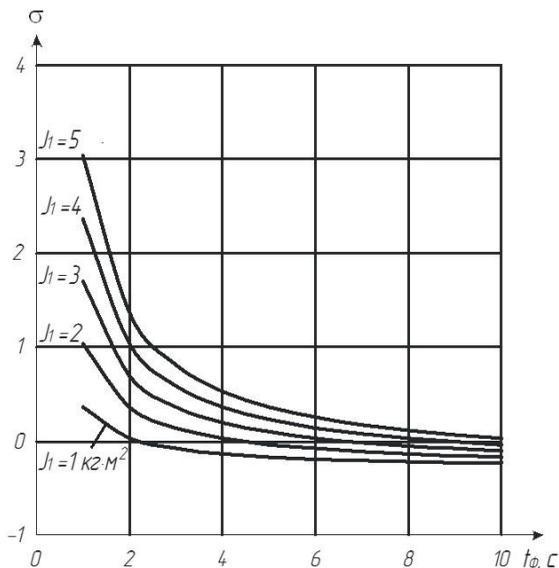


Рисунок 2 – Зависимость параметра условия  $\sigma$  от времени включения сцепления  $t_{\phi}$

Как видно из графика на рис. 2 выполнение условия  $\tau_{дб} < t_{\phi}$ , т.е.  $\sigma < 0$  обеспечивается только при больших  $t_{\phi}$  и малых  $J_1$ , что происходит на легких двигателях и очень долгих процессах включения, что происходит крайне редко в условиях эксплуатации. Таким образом, основной моделью процесса включения сцепления будем считать ту, у которой описание соответствует условию  $\tau_{дб} > t_{\phi}$ , т.е.  $\sigma > 0$ .

## РЕЗУЛЬТАТЫ РАСЧЕТОВ

Ожидаемым выводом из результатов расчетов, представленных на рис. 2 является то, что сокращение времени включения сцепления увеличивает динамические нагрузки на трансмиссию трактора, находящиеся в прямой зависимости от момента инерции  $J_1$  ведущих частей двигателя и сцепления.

Результаты выполненных расчетов при  $\tau_{дб} > t_{\phi}$ , т.е.  $\sigma > 0$  для трактора Беларус-1523 представлены на рис. 3.

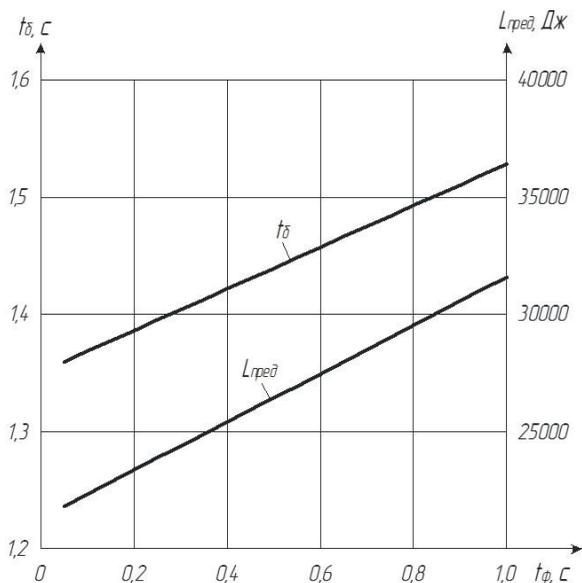


Рисунок 3 – Зависимость времени буксования и предельной работы буксования от времени включения сцепления

Анализируя зависимости, представленные на рис. 3 можно сделать вывод, что и время, и работа буксования находятся в практически линейной зависимости от времени включения сцепления.

Таким образом, задача выбора параметров долговечной муфты сцепления должна решаться с учетом эксплуатационных особенностей, учитывающих время включения сцепления, т.е. субъективный фактор управления трактором, зависящий от стиля управления воуператора.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На основании предъявляемых требований к фрикционным сцеплениям тракторов и анализа рабочего процесса были определены факторы, влияющие на долговечность сцеплений. Были определены показатели режима работы фрикционных муфт сцеплений и установ-

лены их зависимости от конструктивных и эксплуатационных факторов.

Установлено, что на долговечность муфты сцепления оказывает влияние его нагруженность, площадь поверхности трения и свойства материалов пар трения. Для комплексного учета влияния этих факторов были предложены критерии их оценки.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Скуртул А.И., Стецко А.П., Стецко П.А. Некоторые результаты исследований работы муфт сцепления тракторов // Автотракторостроение. — Мн., 1984. — Вып. 19. — С. 88—93.

2. Карпов, Д. С. Нагруженность сцеплений тракторов и автомобилей сельскохозяйственного назначения и динамика её применения. [Текст]/ Д. С. Карпов, Г. М. Щеренков // Сборник научных трудов международной научно — практической конференции «Актуальные проблемы инженерного обеспечения АПК», часть II. - Ярославль: ЯГСХА., 2006. с. 15-22.

3. Алукер И.Г., Гинзбург А.Г., Чичинадзе А.В. Методика расчета рабочих характеристик муфт сцепления автомобилей, тракторов и других машин на стадии проектирования// Вестник машиностроения. 1983. - №3. - С. 38-41.

**АНАЛИЗ ТЕХНОЛОГИЙ И МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ  
ИЗГОТОВЛЕНИЯ КУЗОВНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ  
МОЛОДЁЖНОГО СПОРТИВНОГО АВТОМОБИЛЯ ТИПА  
РОДСТЕР**

**ANALYSIS OF TECHNOLOGIES AND MATERIALS FOR THE  
MANUFACTURE OF BODY ELEMENTS OF A YOUTH SPORTS  
CAR TYPE ROADSTER**

**Андреева А. Д., Цеван М. А., студ., Дзёма А. А., ст. преп.,  
Белорусский национальный технический университет,  
г. Минск, Республика Беларусь  
A. Andreeva, M. Tsevan, student, A. Dzioma, Senior Lecturer  
Belarusian National Technical University, Minsk, Belarus**

*Статья посвящена анализу технологий и материалов для изготовления кузовных элементов молодёжного спортивного автомобиля типа родстер. В данной статье приводятся основные технологии и материалы, которые используются для изготовления кузовных элементов.*

*The article is devoted to the analysis of technologies and materials for the manufacture of body elements for a youth sports car of the roadster type. This article describes the main technologies and materials that are used for the manufacture of body elements.*

**Ключевые слова:** технологии, материалы, родстер, анализ.

**Key words:** technology, materials, roadster, analysis.

## **ВВЕДЕНИЕ**

В автомобильном мире устоялся ряд исполнений формы кузова, каждый из которых отличается друг от друга. Многие автопроизводители учитывают личные предпочтения потребителя и выпускают несколько вариаций кузова для одной модели. Для седана характерен большой багажник, хэтчбеки и купе отлично подходят для городской езды, а кроссоверы и внедорожники для путешествий. Однако суще-

ствует не менее интересное исполнение кузова — спортивный автомобиль типа родстер. Спортивные автомобили с самого начала своего появления начали аккумулировать в себе самые передовые технологии и инновационные решения. Проектируемые изначально для участия в соревнованиях, такие автомобили отличаются повышенной мощностью двигателя, динамикой, улучшенной управляемостью и аэродинамичными кузовами.

## МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ КУЗОВНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ

Кузова первых автомобилей изготавливались из дерева, но по мере развития их массового производства дерево было заменено металлом. Основным металлом стала сталь, разные марки которой и в настоящее время преобладают в автомобилестроении. К преимуществам стали относят то, что она дешевле других материалов, при столкновениях на высоких скоростях поглощает больше энергии удара чем другие материалы и благодаря магнитным свойствам ее легче извлекать на свалках для повторной переработки. К недостаткам стали относят ее большой вес и подверженность коррозии, что побуждает инженеров экспериментировать и с другими материалами. Даже в начале прошлого века выходили автомобили, у которых отдельные кузовные элементы были сделаны из алюминия. Но экономический кризис, мировая война, послевоенная разруха и об алюминии в автомобиле забыли вплоть до начала 70-х годов XX века. Алюминий почти в три раза легче стали, он не корродирует и тоже может быть использован как вторичное сырье. В чистом виде алюминий является слишком мягким металлом, поэтому в автомобильной промышленности его используют в виде сплавов. Однако рост применения алюминиевых сплавов пока сдерживает их относительно высокая стоимость, так как алюминий в 1,5–2 раза дороже стали. Компромиссным вариантом может стать совместное использование стального кузова и алюминиевых элементов, для выполнения новейших нормативов по безопасности, снижения массы автомобиля и равномерного распределения осевой нагрузки.

В последнее время широкое распространение в кузовостроении автомобилей получают неметаллические материалы, которые можно разделить на две группы: терморезистивные и термопластичные. [1] Первые создаются путем соединения слоев материала эпоксидными

или другими видами смол с добавками и наполнителями. Вторые путем термовакuumной формовки или литьем под давлением. К достоинствам полимеров относят коррозионную стойкость, малый вес, повышенная стойкость к образованию вмятин, эффективное шумопоглощение и расширенные возможности для внедрения новых дизайнерских решений.

Основные терморективные материалы:

1. Карбон – полимерный композитный материал, представляющий собой сеть из углеволоконных нитей, склеенных эпоксидными смолами. Карбон обладает потрясающей прочностью и легкостью, однако он является очень дорогим. Поэтому при производстве он часто лишь дополняет уже существующие соединения в тех или иных конструкциях для жесткости или заменяет отдельные элементы для снижения веса, а углепластиковые монококи встречаются только у суперкаров. [2]

2. Стеклопластик – композитный материал из стекловолоконистого сырья, стабилизированного и зафиксированного термопластичным полимером. Компоненты из стеклопластика находят применение в спортивных автомобилях из-за легкости и способности выдерживать экстремальные нагрузки. Стеклопластики являются одними из самых доступных и недорогих композиционных материалов. [3]

Основные термопластичные материалы:

1. АБС-пластики представляют собой сополимеры, получаемые в результате полимеризации стирола и акрилонитрила в присутствии бутадиена). Эти материалы устойчивы к резким ударам и низким температурам благодаря наличию в структуре бутадиеновых фрагментов. [1]

2. Анилон – аналог найрима, на 70-80% состоящий из капролактама, а остальные 20-30% приходятся на отвердитель и катализатор. В новом полимере входящий в капролактама найлон химически связан с каучуком, присутствующим в катализаторе. Это соединение повышает модуль упругости материала и придает ему высокую стойкость к ударным нагрузкам в широком диапазоне температур.[4]

3. Смола NORYL GTX™ 830 — это армированная стекловолокном 30% смесь полифениленэфира (PPE) + полиамида (PA). Имеет высокую жесткость, отличную химическую стойкость и высокую термостойкость.[5].

Следует отметить, что термопластичные полимеры можно использовать повторно после утилизации кузовных элементов.

## ТЕХНОЛОГИИ ИЗГОТОВЛЕНИЯ КУЗОВНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ

В производстве кузовных элементов из металла в основном применяется штамповка из листовых материалов. Однако для получения панелей требуемой формы нужны несколько технологических операций и дорогостоящая оснастка. Поэтому при расчете себестоимости необходимо также учитывать время на все технологические операции и капитальные затраты на оборудование и оснастку.

Стеклопластиковые и карбоновые панели, крылья, капоты и дверные панели изготавливаются с использованием различных методов, включая RTM и прессование, что позволяет достичь необходимой точности и качества. При технологии RTM смола впрыскивается в пространство между закрытыми формами, в которые заранее вложены стеклоткань и иное армирование. При прессовании стеклонаполненные листовые материалы под высоким давлением помещаются в подогреваемые пресс-формы. При мелкосерийном производстве широко применяется послойное формование в матрицах.

Кузовные элементы из термопластичных материалов могут изготавливаться методом реакционно-инжекционного формования листовых панелей или литья под давлением.

Также целесообразной является технология изготовления кузовов на основе пространственного металлического каркаса с пластмассовыми панелями. Каркас обеспечивает безопасность, а панели – аэродинамику и привлекательный дизайн.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проведя анализ технологий и материалов для изготовления кузовных элементов молодёжного спортивного автомобиля типа родстер, мы сделали вывод, что в современном машиностроении спортивных автомобилей основным критерием кузова является прочность и лёгкость. Чтобы спортивный автомобиль мог развивать большую скорость, кузов необходимо делать из лёгкого материала, это обеспечит также хорошую манёвренность. Но нельзя забывать про прочность, потому что именно она отвечает за безопасность водителя и пасса-

жиров. Современные технологии позволяют совмещать эти два критерия благодаря различным технологиям изготовления кузовных элементов.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Кузов современного автомобиля: монография / С.М. Кудрявцев [и др.]; под общей редакцией С.М. Кудрявцева. – Н. Новгород, 2010. – 236с.

2. Что такое карбон и почему он популярен в автоиндустрии [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [https://dzen.ru/a/Zc8mWbP1mgFYx\\_Y3](https://dzen.ru/a/Zc8mWbP1mgFYx_Y3). – Дата доступа: 19.05.2024.

3. Стеклопластик в автомобилестроении: инновации и преимущества [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://sagrit.ru/publikaczii/stekloplastik-v-avtomobilestroenii-innovaczii-ipreimushhestva>. – Дата доступа: 18.05.2024.

4. Полимер привлекательный во всех отношениях [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://vzhik.info/355-polimer-privlekatelnyj-vo-vsex-otnosheniyah.html>. – Дата доступа: 18.05.2024.

5. CAMPUSplastics \_ технический паспорт NORYL GTX™ Resin GTX830 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.campusplastics.com/campus/ru/datasheet/NORYL+GTX%E2%84%A2++Resin+GTX830/SABIC/658/25db8b8d>. – Дата доступа: 18.05.2024.

Предоставлено: 20.05.2024

## АНАЛИЗ ДИЗАЙНА ЭКСТЕРЬЕРА МОЛОДЕЖНОГО СПОРТИВНОГО АВТОМОБИЛЯ ТИПА РОДСТЕР

### ANALYSIS OF THE EXTERIOR DESIGN OF A YOUTH SPORTS CAR OF THE ROADSTER TYPE

**Андреева А. Д., Цеван М. А., студ., Дзёма А. А., ст. преп.,**  
Белорусский национальный технический университет,  
г. Минск, Республика Беларусь  
A. Andreeva, M. Tsevan, student, A. Dzioma, Senior Lecturer  
Belarusian National Technical University, Minsk, Belarus

*Статья посвящена анализу дизайна экстерьера молодёжного спортивного автомобиля типа родстер. В данной статье приводится история создания молодёжного спортивного автомобиля типа родстер, современные модели молодёжного спортивного автомобиля типа родстер и проведён анализ дизайна экстерьера молодёжного спортивного автомобиля типа родстер.*

*The article is devoted to the analysis of the exterior design of a youth sports car of the roadster type. This article provides the history of the creation of a youth sports car of the roadster type, modern models of a youth sports car of the roadster type, and an analysis of the exterior design of a youth sports car of the roadster type.*

**Ключевые слова:** дизайн, родстер, экстерьер, анализ.

**Key words:** design, roadster, exterior, analysis.

#### ВВЕДЕНИЕ

Спортивные автомобили можно рассматривать не только как средство передвижения, но и как пример передовых инженерных и дизайнерских решений. Экстерьер кузова создает первое впечатление от автомобиля, а грамотное применение некоторых правил компоновки позволяет сделать его действительно запоминающимся и отражающим стиль своего владельца.

## ЭКСТЕРЬЕР АВТОМОБИЛЯ ТИПА РОДСТЕР

В начале XX века родстером называли легкие и самые дешевые автомобили без крыши, но теперь так называют двухместные кабриолеты со съемным или складным верхом. По статистике автовладельцы предпочитают автомобили с типом кузова внедорожник или седан, однако и родстеры находят своего покупателя. На начало 2024 года в мире серийно выпускается 7 моделей родстеров: Mazda MX-5, Jaguar F-Type, BMW Z4, Mercedes-AMG SL, Porsche 718 Boxster, MG Cyberster, Ferrari SF90.[1]

Для анализа экстерьера кузова типа родстер рассмотрим автомобили, представленные на рис.1.



Рисунок 1 – Анализируемые автомобили:

- а) Mazda MX-5 [2], б) Jaguar F-Type [3], в) Porsche 718 Boxster [4],  
г) BMW Z4 [5]

Привлекательный дизайн автомобиля определяется пропорциями. Габариты гармонируют с размером колес и колесной базой. Считается, чем длиннее, ниже и шире автомобиль, тем динамичнее он выглядит. В колесную базу помещается 3,5-4 диаметра колеса, передний свес – один диаметр, задний свес – чуть меньше, высота – два диаметра. Линия остекления составляет не более трети от общей высоты кузова.

Визуальная линия стойки лобового стекла проходит через пятно контакта колеса с дорогой или ступицу переднего колеса. Это соотношение формирует визуальный размер капота, а чем он длиннее, тем респектабельнее смотрится автомобиль.

Крыша опирается на колесную арку. Если задняя стойка сдвигается к корме — силуэт становится стремительнее, что характерно для спортивных автомобилей. [6]

Передняя светотехника у исследуемых машин не выше вершины колесных арок. Porsche 718 Boxster в этом плане отличается, т.к. форма и посадка фар являются одной из индивидуальных черт Porsche.

Отсутствие перелома блика. Свет на боковинах сам отрисовывает линии кузова, огибая колесные арки, растягивая блик по всему борту.

Также каждый автомобиль имеет характерные черты для своей марки, делающие их уникальными, например, решетка радиатора у BMW, округлые формы у Mazda и т.д.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проведя анализ вышеперечисленных транспортных средств, можно выделить следующие особенности, которые отличают автомобили с типом кузова родстер: небольшие габариты, низкий клиренс, что позволяет улучшить манёвренность автомобиля, плавные и обтекаемые формы, что позволяет улучшить аэродинамические свойства, способствует быстрому развитию скорости, создает привлекательный дизайн, усиленная несущая система лобового стекла, что позволяет усилить безопасность пассажира и водителя при опрокидывании транспортного средства, крупный подголовник, что способствует удержанию положения головы и защищает пассажира и водителя от травм при опрокидывании автомобиля, удлиненная передняя часть и короткая задняя часть, которая приспособлена для складывания крыши, огромные воздухозаборники для лучшего воздухообмена. Но следует учитывать, что внешний вид в автомобильном дизайне определяют не столько стилисты, но и нормативы по безопасности.

## ЛИТЕРАТУРА

1. 7 лучших родстеров, которые можно купить сейчас \_\_ Autonews [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.autonews.ru/news/65ca1dde9a794762bb9b5502>. – Дата доступа: 09.05.2024.

2. Обо всём Mazda MX-5 (ND) — отзывы и Бортжурналы на DRIVE2 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.drive2.ru/experience/mazda/g5018>. – Дата доступа: 10.05.2024.

3. Jaguar-F-Type 2024 – фото и цена, обзор и характеристики [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.allcarz.ru/jaguar-f-type-2020/>. – Дата доступа: 10.05.2024.

4. HD wallpaper\_ yellow Porsche Boxster, 718, convertible, car, sports Car, luxury [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://ie.pinterest.com/pin/yellow-porsche-boxster-718-convertible-4k-wallpaper--777574691924801464>. – Дата доступа: 10.05.2024.

5. BMW Z4 Coupe\_ цены, комплектации, тест-драйвы, отзывы, форум, фото, видео — ДРАЙВ [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [https://www.drive.ru/brands/bmw/models/2005/z4\\_coupe](https://www.drive.ru/brands/bmw/models/2005/z4_coupe). – Дата доступа: 10.05.2024.

6. Краткий курс автомобильной красоты — DRIVE2 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.drive2.ru/b/542892388503257196/>. – Дата доступа: 12.05.2024.

Предоставлено 14.05.2024

## ВЫБОР ПАРАМЕТРОВ ЛЕГКОВОГО СПОРТИВНОГО АВТОМОБИЛЯ ТИПА РОДСТЕР

### SELECTING PARAMETERS FOR A ROADSTER-TYPE PASSENGER SPORTS CAR

**Ригоревич Р. Ю.**, студ., **Дзёма А. А.**, ст. преп.,  
Белорусский национальный технический университет,  
г. Минск, Республика Беларусь

R. Rigorevich, student, A. Dzioma, Senior Lecturer  
Belarusian National Technical University, Minsk, Belarus

*Статья посвящена выбору параметров развесовки легкового автомобиля. В данной статье приводится алгоритм определения нагрузок на колеса в зависимости от расположения центра масс автомобиля в снаряженном состоянии и при полной нагрузке.*

*The article is devoted to the selection of parameters for the weight distribution of a passenger car. This article provides an algorithm for determining the loads on the wheels depending on the location of the center of mass of the car in the unladen state and at full load.*

**Ключевые слова:** родстер, центр масс, развесовка, управляемость.

**Key words:** roadster, center of mass, weight distribution, handling.

#### ВВЕДЕНИЕ

В мире автомобилестроения сегодня нет сомнений в том, что создание спортивных легковых автомобилей, особенно типа родстер, является искусством, которое сочетает в себе инновацию, инженерное мастерство и эстетическую изысканность. Разработка общей компоновки для наземного транспортного средства этого класса представляет собой ключевой этап, определяющий будущую успешность проекта в целом.

## ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

У спортивных автомобилей наиболее часто встречающиеся компоновки имеют либо переднее, либо среднее расположение силового агрегата. Компоновочная схема среднего мотора позволяет добиться лучшей развесовки и улучшенных характеристик управляемости и тяги, по сравнению с переднеприводной компоновкой. Двигатель в этом случае немного смещен вперед относительно задней оси. К недостаткам такой схемы относят сложность доступа к силовому агрегату, сложность устройства системы вентиляции и охлаждения двигателя, ограниченное пространство для пассажиров и багажа. Багажник при такой компоновке располагается в передней части и ограничивается аэродинамической формой капота.

Теоретически считают, что «идеальное» распределение веса между осями спортивного автомобиля должно составлять 50/50, т.е. половина снаряженной массы приходится на переднюю ось, а половина на заднюю ось. Такая развесовка позволяет получить нейтральную поворачиваемость автомобиля, улучшенную маневренность и управляемость. Кроме этого, на управляемость и распределение веса в значительной степени влияют параметры установки подвески – углы развала-схождения, кастор. В повседневной эксплуатации развесовка будет изменяться с учетом веса багажа и пассажира. Предложенная математическая модель позволяет оценить влияние этих факторов на параметры автомобиля.

Для оценки расположения центра масс родстера воспользуемся эскизно-компоновочной схемой будущего изделия с привязкой к декартовой системе координат, на которой условно представлены составные части транспортного средства: рама, кузов с основными системами, двигатель, трансмиссия, передний и задний мост, топливный бак, аккумулятор, водитель, пассажир и багаж.

Для определения координаты центра масс изделия в целом, по сути, необходимо сложить силы системы параллельных сил тяжести составных частей машины, при этом вес будет равен сумме весов частей, а положение центра масс машины  $(X_c, Y_c, Z_c)$  определится на основании теоремы о сложении параллельных сил Вариньона по следующим формулам:

$$X_c = \frac{\sum_{i=1}^n m_i \cdot x_i}{\sum_{i=1}^n m_i}; Y_c = \frac{\sum_{i=1}^n m_i \cdot y_i}{\sum_{i=1}^n m_i}; Z_c = \frac{\sum_{i=1}^n m_i \cdot z_i}{\sum_{i=1}^n m_i},$$

где  $m_i$  – масса  $i$ -ой составной части;  $x_i, y_i, z_i$  – координаты центра масс  $i$ -ой составной части.

Для оценки распределения нагрузки, приходящиеся на передний и задний мост, воспользуемся расчетной схемой (рис. 1) и формулами:

$$R_A = \frac{G \cdot b}{L}; R_B = \frac{G \cdot a}{L}.$$

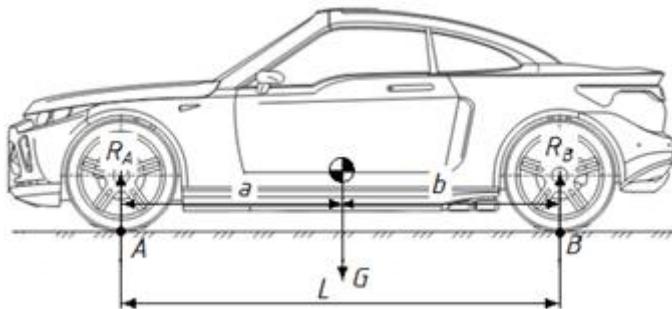


Рисунок 1 – Расчетная схема для определения нагрузки на мосты

Распределение по колесам каждой оси с учетом несимметричности расположения центра масс относительно продольной оси автомобиля для передней и задней оси:

$$R_{III} = R_A \cdot \frac{B/2 - c}{B}; R_{IV} = R_A \cdot \frac{B/2 + c}{B};$$

$$R_{\text{ПП}} = R_B \cdot \frac{B/2 - c}{B}; R_{\text{ЛП}} = R_B \cdot \frac{B/2 + c}{B},$$

где  $R_{\text{ПП}}, R_{\text{ЛП}}, R_{\text{ПП}}, R_{\text{ЛП}}$  – реакции в центрах пятна контакта шин с опорной поверхностью правого и левого колеса передней и задней оси соответственно;  $B$  – колея колес;  $c$  – расстояние смещения центра масс от продольной оси в сторону левого борта.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Предложенная математическая модель определения координат центра масс для определения оптимальной развесовки автомобиля в последующем будет использована для расчета кинематики подвески.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Развесовка автомобиля по осям [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://topruscar.ru/terminy/razvesovka-avtomobilya>. – Дата доступа: 12.05.2024.

Предоставлено 16.05.2024

**ОСОБЕННОСТИ СОЗДАНИЯ ФОТОРЕАЛИСТИЧНЫХ  
ИЗОБРАЖЕНИЙ И АНИМАЦИИ ТРАНСПОРТНЫХ  
СРЕДСТВ В SIEMENS NX**  
FEATURES OF CREATING PHOTOREALISTIC IMAGES AND  
ANIMATION OF VEHICLES IN SIEMENS NX

**Краснов А. Ю.**, студент, **Дзёма А. А.**, ст. преп.,  
Белорусский национальный технический университет,  
г. Минск, Республика Беларусь  
A. Krasnov, student, A. Dzioma, Senior Lecturer,  
Belarusian National Technical University, Minsk, Belarus

*Статья посвящена основным ключевым моментам и факторам создания фотореалистичных изображений и анимации транспортных средств при помощи программного обеспечения Siemens NX. В данной статье раскрываются главные принципы использования инструментов программы, а также приводятся рекомендации по настройке и отладке рабочего процесса.*

*The article is devoted to the main key points and factors of creating photorealistic images and animation of vehicles using Siemens NX software. This article reveals the main principles of using the program tools, as well as provides recommendations for setting up and debugging the workflow.*

**Ключевые слова:** 3D моделирование, Siemens NX, анимация, рендер, фотореализм.

**Key words:** 3D modeling, Siemens NX, animation, render, photorealism.

## ВВЕДЕНИЕ

В современном машиностроении одним из ключевых факторов является правильная подача конечного продукта и связано это непосредственно с человеческим восприятием, так как простой обыватель в первую очередь выбирает зрительно. Современный мир же в свою

очередь даёт ответ на такой запрос потребителя при помощи программного обеспечения в сфере трехмерного моделирования и анимации, а в частности программа Siemens NX.

Основным достоинством Siemens NX в области создания изображений является собственный графический движок IRay+, который был разработан непосредственно для воспроизведения реалистичных сред и материалов в контексте промышленных производств и инженерных разработок. IRay+ использует физически обусловленное и корректное освещение, основанное на моделях освещения Парламберта, Ламберта-Блюма и других, а так же использует технологию трассировки лучей, которая обеспечивает реалистичность итогового изображения в полной мере. Данный движок рендера имеет обширную библиотеку встроенных материалов самого широкого спектра от органических текстур до промышленно разработанных материалов. Ожидаемое изображение настраивается самым тонким образом, так как IRay+ имеет различные настройки рендеринга, включая опции для управления качеством изображения, глубины резкости, адаптивной дискретизации и других параметров. Что касается оптимизации рабочего процесса, то встроенный графический движок программы Siemens NX обладает возможностью использовать многопоточность процессора и благодаря этому нагрузка на систему значительно снижается. Все эти факторы предоставляют возможность создания фотореалистичных изображений и анимации транспортных средств в данном программном обеспечении.

## СОЗДАНИЕ ФОТОРЕАЛИСТИЧНЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ

Создание фотореалистичного изображения в Siemens NX зиждется на трех основных этапах: разработка трехмерной модели, подбор освещения с материалами и выставление настроек рендера.

Основным инструментом для наложения материалов и выбора параметров освещения в Siemens NX является «Применение визуальных материалов». Активировав данный компонент, пользователь попадет в новое рабочее пространство с одноименным названием. В этом рабочем пространстве нас в первую очередь встречает так называемое «Окно предпросмотра». Данный элемент создан для отображения применяемых материалов к модели, однако не отображает трассировку лучей. Этот функционал нужен пользователю для того, чтобы не нагружая систему подобрать нужные материалы в панели

выбора материалов (рисунок 1) и получить общее представление того, как будет выглядеть разрабатываемый объект на рендере.



Рисунок 1 – Панель выбора материалов

Помимо наложения предустановленных материалов пользователь имеет возможность создать UV-развертку модели. UV-развертка – это представление трехмерного объекта на двумерной плоскости. Данный функциональный элемент необходим для наложения собственных текстур на модель и отрисовки на ней уникальных элементов. Имея трехмерную модель и текстуру, созданную по UV-развертке, мы получаем возможность экспортировать данную модель в прочее программное обеспечение, связанное с трехмерным моделированием, для дальнейшей работы или иных целей.

Также программное обеспечение Siemens NX имеет инструмент «Наклейка», который является упрощенным инструментом создания UV-развертки. Данный инструмент целесообразно использовать в тех случаях, когда необходимо нанести двумерное растровое изображение на трехмерную разрабатываемую модель. В названии инструмента «Наклейка» содержится его основной принцип – пользователь может «приклеить» изображение на модель, предварительно выбрав его на собственном устройстве.

Когда пользователь окончил наложение текстур и прочих элементов на трехмерный объект, последним этапом в создании изображения становится инструмент «Студия трассировки лучей». Активировав данный инструмент, пользователь попадает в окно рендера, где непосредственно происходит обработка изображения с применением трассировки лучей. В этом пространстве существует ряд настроек рендера (рис. 2), который призван помочь добиться необходимого качества изображения.

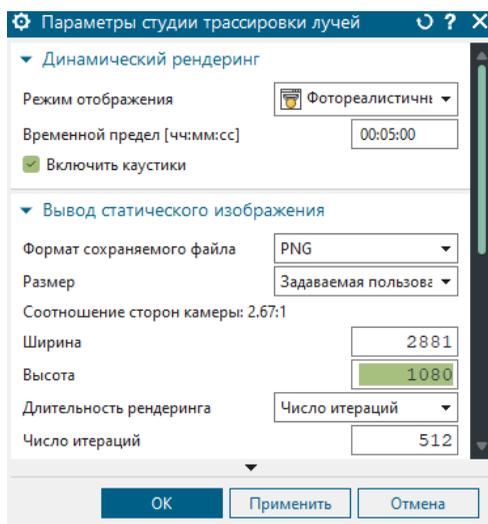


Рисунок 2 – Пример оптимальных настроек рендера

Для создания фотореалистичного изображения Siemens NX предлагает предустановку рендера с режимом отображения «Реалистичный». Далее необходимо задать разрешение выходного изображения. Рекомендуется задавать значения не ниже, чем 1920x1080 пикселей, иначе качество изображения будет обусловлено недостаточным разрешением изображения. Следующий важный параметр в настройках – это «Число итераций». Данное значение определяет, какое количество раз будет производиться трассировка лучей. Рекомендуется использовать значения до 4096, так как большие значения не дадут видимого улучшения изображения, однако значительно увеличат скорость обработки. Так же стоит заметить, что

важно использовать значения кратные числу 2, так как это значительно повышает оптимизацию процесса обработки, в силу особенностей работы компьютерной архитектуры.

При выборе формата выходного изображения рекомендуется использовать формат PNG, так как данный формат обладает наименьшей компрессией, что обусловит повышенное качество изображения.

## ОСНОВНЫЕ ПРИНЦИПЫ СОЗДАНИЯ АНИМАЦИИ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ

Для создания анимации в Siemens NX используется инструмент «Высококачественная анимация», который позволяет задать траекторию движения камеры, ключевые кадры анимации, временные промежутки перемещения между ключевыми кадрами, разрешение предпросмотра анимации, путь вывода файла предпросмотра и другие параметры.

В качестве кривой траектории может быть использована любая существующая в сцене кривая. Определив кривую траектории, пользователь имеет возможность установить ключевые точки на данной кривой, которые являются ключевыми кадрами анимации. После определения таких ключевых кадров следует указать временные промежутки, которые необходимо выдерживать между ключевыми кадрами. В качестве направления камеры имеется возможность выбрать как определенный объект в сцене, так и произвольные направления, которые могут динамично изменяться в течение анимации. Когда сама анимация задана, то пользователь может вывести её в видеоформате при помощи инструмента «Студия трассировки лучей» так же, как и в случае со статичным изображением. Однако стоит отметить, что для анимации следует использовать значение итераций трассировки лучей на порядок меньше, чем для статичного изображения, в пределах 1024 итераций. Это обусловлено временем на обработку изображения, так как в одной секунде анимации может содержаться от 24 кадров.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом Siemens NX предоставляет возможности для создания фотореалистичных изображений и анимации транспортных

средств на уровне со многим популярным программным обеспечением в области трехмерной графики. Главным преимуществом данного пакета является наличие предустановленных настроек рендера, что оптимизирует работу и лишает пользователя необходимости понимания устройства графических движков и их настройки, чего нельзя сказать о других графических пакетах, в которых пользователю необходимо тонко и кропотливо методом проб и ошибок вручную настраивать работу графического движка и иметь четкое понимание работы их алгоритмов и функций.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Система автоматизированного проектирования Siemens NX – Режим доступа: [https://ru.wikipedia.org/wiki/NX\\_\(система\\_автоматизированного\\_проектирования\)](https://ru.wikipedia.org/wiki/NX_(система_автоматизированного_проектирования)) – Дата доступа: 04.06.2024.
2. Iray+ Introduction – 2020. – Режим доступа: <https://community.sw.siemens.com/s/article/nx-11-rendering-iray-introduction> – Дата доступа: 04.06.2024
3. Study on the Principle of Reasonable modeling Based on NX/ Xiao Da Li, Xiang Hiu Zhan . – 2012. – Режим доступа: [https://www.researchgate.net/publication/258575556\\_Study\\_on\\_the\\_Principle\\_of\\_Reasonable\\_Modeling\\_Based\\_on\\_NX](https://www.researchgate.net/publication/258575556_Study_on_the_Principle_of_Reasonable_Modeling_Based_on_NX) – Дата доступа: 04.06.2024.

Предоставлено: 05.06.2024

## Содержание

	стр.
1 Секция «Техническая эксплуатация автомобилей».....	3
2 Секция «Гидропневмоавтоматика и гидропневмопривод».....	58
3 Секция «Транспортные системы и технологии».....	75
4 Секция «Экономика и логистика».....	209
5 Секция «Инженерная графика машиностроительного профиля».....	290
6 Секция «Автомобиле- и тракторостроение».....	377

Научное издание

**НИРС АТФ – 2024**

Материалы 80-й студенческой  
научно-технической конференции