

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ
Белорусский национальный технический университет

Автотракторный факультет

НИРС–2022

**Материалы 78-й студенческой
научно-технической конференции**

Электронное издание

М и н с к
Б Н Т У
2 0 2 2

УДК 082(063) (476-25)

ББК 74.58я43

Н 68

В сборнике представлены материалы студенческой научно-технической конференции автотракторного факультета по секциям, состоявшейся в рамках 78-й СНТК Белорусского национального технического университета в апреле–мае 2022 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:

А. С. Поварехо, В. П. Бойков, А. С. Гурский,
А. В. Матюшинец, Р. Б. Ивуть, С. В. Богданович,
М. И. Жилевич, М. П. Ивандиков

Ответственный за выпуск А. А. Дзёма
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
<http://www.bntu.by/atf.html>

© БНТУ, 2022

**СЕКЦИЯ «АВТОМОБИЛИ И
ТРАКТОРЫ»**

УДК 621.333

**СИСТЕМА ПОДВЕСКИ С ЭЛЕКТРОННЫМ УПРАВЛЕНИЕМ
УРОВНЕМ ПОЛА И РЕГУЛИРУЕМЫМИ
АМОРТИЗАТОРАМИ**

**SUSPENSION SYSTEM WITH ELECTRONIC FLOOR CONTROL
AND ADJUSTABLE SHOCK ABSORBERS**

Ермакова А. М., студ., **Жданович Ч. И.**, канд. техн. наук, доц.,
Белорусский национальный технический университет,
г. Минск, Республика Беларусь
A. Ermakova, student,
Ch. Zhdanovich, Ph.D. in Engineering, Associate Professor,
Belarusian national technical University, Minsk, Belarus

Выбрана система подвески с электронным управлением уровня пола, подобраны регулируемые амортизаторы.

A suspension system with electronically controlled floor level was chosen, adjustable shock absorbers were selected.

Ключевые слова: подвеска, электронное управление уровнем пола, регулируемые амортизаторы

Key words: suspension, electronic floor level control, adjustable shock absorbers

ВВЕДЕНИЕ

Для того чтобы подвеска эффективно работала в различных дорожных условиях и при изменяющихся весовых нагрузках применяется система подрессоривания с регулируемыми амортизаторами. Для работы такой системы устанавливаются сенсоры и датчики, которые непрерывно собирают информацию о ситуации на дороге перед транспортным средством (ТС) и о состоянии системы подрессоривания ТС. В собираемую информацию входят такие показатели как: положение кузова и давление в пневмобаллонах. [1]

Цель работы - выбрать компоненты системы подвески с электронным управлением уровня пола и подобрать регулируемые амортизаторы.

ВЫБОР КОМПОНЕНТОВ СИСТЕМЫ ПОДВЕСКИ С ЭЛЕКТРОННЫМ УПРАВЛЕНИЕМ УРОВНЯ ПОЛА

Главным элементом такой системы является блок управления (БУ). Это блок, состоящий из: интегральных микросхем, микроконтроллеров и других вспомогательных компонентов. Он считывает поступающую информацию с датчиков перемещения кузова и датчиков давления в пневмобаллонах. В первом случае сигнал преобразовывает в миллиметры, а во втором – вес. Далее, управляя блоком электромагнитных клапанов (БЭК), регулирует уровень пола, степень жесткости амортизатора и поддержание давления в системе.

Блок электромагнитных клапанов (БЭК) служит исполнительным элементом: регулирует подаваемое напряжение для регулировки объема воздуха в пневмобаллонах. Это компактное устройство из нескольких электромагнитных клапанов, подключенных к пневмобаллонам заднего и переднего моста, и рессиверам. Для заднего и переднего моста БЭК индивидуальный.

Датчики уровня пола (перемещения) непрерывно регистрируют расстояние от моста до рамы ТС. При отклонении от заданного уровня осуществляется коррекция путем закачки или удаления воздуха в пневмобаллонах.

Датчики давления регистрируют давление в пневмобаллонах и передают полученные значения в БУ. БУ преобразует данные давления для управления мостом либо для индикации нагрузки на мосты. Индикация нагрузки на мосты отображается по каждому мосту на приборной панели.

Регулируемый амортизатор переднего моста и заднего моста.

С помощью регулируемых амортизаторов, обеспечивается оптимальная амортизация в зависимости от нагрузки на ТС и дорожных условий.

Пульт дистанционного управления (ПДУ) позволяет дистанционно регулировать уровень пола в допустимых пределах, путем подачи соответствующих команд на БУ.

Кнопки управления с кабины водителя (выключатель регулировки амортизатора, контрольная лампа неисправности / предупреждения) позволяют управлять системой с места водителя. Выключатель регулировки амортизатора - кнопка, при нажатии которой выключается регулировка и амортизатор принимает базовый уровень.

Контрольная лампа неисправности / предупреждения позволяет следить за работой системы. Индикации неисправностей, а также предупредительные и функциональные индикации передаются из блока управления в центральный компьютер и затем на приборную панель [3].

Похожую систему разработали на ОАО «Экран» – электронную систему управления пневмоподвеской ЭСУПП [4].

ПОДОБОР РЕГУЛИРУЕМЫХ АМОРТИЗАТОРОВ

На данный момент есть две основные группы регулируемых амортизаторов:

Гидромеханические амортизаторы с электромагнитным перепускным клапаном; амортизаторы с магнитореологической жидкостью.

В первых, по сигналу от блока управления меняется сопротивление электрических клапанов. Сигнал с электромагнитного клапана передается на перепускной клапан в амортизаторе, который реагирует на поступающие возмущения на затворе клапана и изменяет объем проходящей жидкости.

Работа амортизаторов с магнитореологической жидкостью основана на свойствах применяемой жидкости. В амортизаторном масле содержатся ферромагнитные частицы. Под воздействием магнитного поля вязкость жидкости изменяется. Система включает в себя электромагнит, который размещён в поршне и приводит механизм в действие, воздействуя на жидкость.

Плюсы такой системы: быстрое действие, плавность и отсутствие перегрева. Однако высокая стоимость и потеря своих магнитных свойств со временем, дают преимущество амортизаторам с электромагнитным перепускным клапаном [5].

Поэтому для нашего технического решения подбираем амортизаторы Sachs фирмы ZF с системой бесступенчатой регулировки Continuous Damping Control (CDC).

Амортизаторы выполнены с наружным электромагнитным клапаном. Требуемый для обмотки клапана ток 1,6 А, потребляемая мощность 15 Вт.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Систему подвески можно применять на пассажирском транспорте: троллейбусы, электробусы, автобусы разных комплектаций. Электропневматическая схема подвески с электронным управлением уровнем пола и регулируемыми амортизаторами для низкопольного троллейбуса 4x2 включает: блок управления; пульт дистанционного управления; центральный бортовой компьютер; кнопка уровня пола; выключатель регулировки амортизатора; приборная панель; контрольная лампа неисправности / предупреждения; датчик перемещения переднего моста; датчик перемещения заднего моста слева; датчик перемещения заднего моста справа; датчик давления заднего моста слева; датчик давления заднего моста справа; датчик давления переднего моста; блок электромагнитных клапанов заднего моста; - блок электромагнитных клапанов переднего моста; сильфоны пневматической рессоры переднего моста слева / справа; регулируемые амортизаторы переднего моста слева / справа; регулируемые амортизаторы заднего моста слева/справа; сильфоны пневматической рессоры заднего моста слева/справа.

На рисунке 1 обозначены предлагаемые места установки компонентов в троллейбусе 4x2 [2].

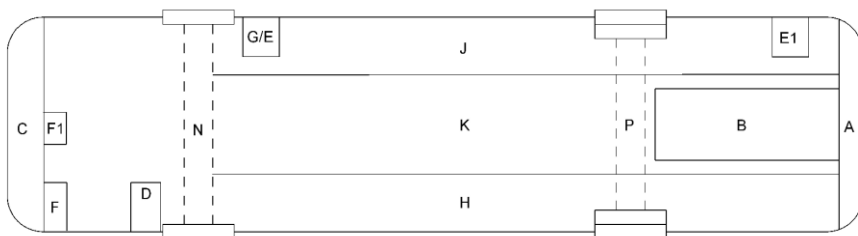


Рисунок 1 – Места установки компонентов в прототипе

А – задняя часть; В – двигатель; С – передняя часть; D – основная приборная панель; E – аккумуляторный отсек; E1 – вспомогательная коммутационная панель; F – приборная панель; F1 – интерфейс приборной панели; G – аккумуляторный отсек; H – левая сторона; J – правая сторона; K – середина автомобиля; N – передний мост; P – задний мост

ЛИТЕРАТУРА

1. Устройство пневматической подвески ECAS 2 1.0.0 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://xn----8sb8abgboyg.xn-->

p1ai/files/file/121-%D1%83%D1%81%D1%82%D1%80%D0%BE%D0%B9%D1%81%D1%82%D0%B2%D0%BE-%D0%BF%D0%BD%D0%B5%D0%B2%D0%BC%D0%B0%D1%82%D0%B8%D1%87%D0%B5%D1%81%D0%BA%D0%BE%D0%B9-%D0%BF%D0%BE%D0%B4%D0%B2%D0%B5%D1%81%D0%BA%D0%B8-ecas-2. –
Дата доступа: 14.05.2022.

2. Электронная система управления уровнем пола (ECAS) для автобусов с пневматической подвеской [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://docplayer.com/39237128-elektronnaya-sistema-upravleniya-urovнем-pola-ecas-dlya-avtobusov-s-pnevmaticheskoy-podveskoj.html>. – Дата доступа: 14.05.2022.

3. Устройство и принцип работы амортизаторов [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://techautoport.ru/hodovaya-chast/podveska/amortizator.html>. – Дата доступа: 14.05.2022.

4. Электронная система управления пневмоподвеской ЭСУПП [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.ekranbel.com/ru/catalog/46/125>. – Дата доступа: 14.05.2022.

5. Электронное демпфирование для всех классов транспортных средств от ZF Services [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://autoexpert-consulting.com/stati/avtokomponenty/7017-yelektronnое-dempfirovanie-dlya-vsex-klassov-transportnyx-sredstv-ot-zf-services.html>. – Дата доступа: 14.05.2022.

Представлено 17.05.2022

УДК004.9

**АНАЛИЗ ОПРЕДЕЛЕНИЯ КООРДИНАТ И РЕЖИМА
ДВИЖЕНИЯ БЕСПИЛОТНОГО ЭЛЕКТРОМОБИЛЯ
В ОБЩЕСТВЕННОМ ТРАНСПОРТНОМ ПОТОКЕ**

**ANALYSIS OF DETERMINING THE COORDINATES
AND DRIVING MODE OF AN UNMANNED ELECTRIC VEHICLE
IN A PUBLIC TRANSPORT STREAM**

Алексеевко А. А., студ., **Гончарова Е. А.**, ст. преп.,
Белорусский национальный технический университет,
г. Минск, Республика Беларусь
Alexeeenko A.A., student, Goncharova E.A., Senior Lecturer,
Belarusian National Technical University, Minsk, Belarus

В данной научно-исследовательской работе рассматривается анализ определения координат и режима движения беспилотного электромобиля в общественном потоке.

In this research paper, the analysis of determining the coordinates and driving mode of an unmanned electric vehicle in a public stream is considered.

Ключевые слова: *определение координат, автономное транспортное средство, общественный транспортный поток.*

Keywords: *determination of coordinates, autonomous vehicle, public transport flow.*

ВВЕДЕНИЕ

Транспортная сфера является одной из важнейших составляющих экономики любого современного государства и призвана обеспечивать необходимые объемы грузовых и пассажирских перевозок. На рубеже 20–21 веков острота транспортной проблемы, особенно для больших городов развитых стран мира, включая Россию, достигла критических отметок. Подобное положение вещей обуславливается увеличением объема перевозок и интенсификацией транспортных потоков при лавинообразном росте числа транспортных средств и,

как следствие, резком ухудшении экологической и аварийной обстановки, а также существенном повышении дефицита топливных ресурсов.

Следует отметить, что снижение уровня безопасности дорожного движения во многом объясняется усилением влияния человеческого фактора, когда возникновение аварийных ситуаций является результатом неадекватных действий водителя ввиду незнания, несоблюдения или преднамеренного нарушения установленных правил, либо недооценки конкретной ситуации, быстротечности ее развития и возможных последствий.

Вместе с тем, ошибки и нерациональность вождения, нарушение правил движения и аварийность так или иначе приводят к снижению скорости транспортного потока вдоль городских магистралей вплоть до его полной остановки, образованию многокилометровых «пробок» на улицах и дорожных развязках в часы «пик».

Именно по этим причинам новые образцы автомобилей оснащаются парктрониками, датчиками контроля невидимых зон, системами заднего и кругового обзора, электронными системами активной безопасности, автоматическими средствами анализа физического состояния водителя и блокировки двигателя при выявлении его алкогольного опьянения.

Электромобили могут служить конструктивной основой для создания принципиально нового поколения экологически чистых транспортных средств, оснащаемых сенсорными средствами контроля дорожной обстановки и интеллектуальной бортовой системой управления, обеспечивающей повышенную степень автономности, энергоэкономичности, эффективности и надежности.

ТРАЕКТОРИИ ДВИЖЕНИЯ АВТОНОМНОГО ТРАНСПОРТНОГО СРЕДСТВА В ДИНАМИЧЕСКОЙ СРЕДЕ

Метод определения траектории перемещения автономного автотранспортного средства в динамической среде, заключающийся в том, то что в ходе перемещения автономного автотранспортного средства по проходящей траектории в циклах сбора и обработки данных получают сенсорные сигналы, в базе которых обновляют модель нынешнего состояния наружной среды, отображающей наличие в наружной среде постоянных и динамических преград. В основе об-

новленной модификации нынешнего состояния наружной среды обновляют модель прогнозируемого состояния наружной среды в период достижения автономным автотранспортным средством конечной точки текущей траектории движения. На базе обновленной модели прогнозируемого состояния внешней среды сформировывают большое число вероятных траекторий последующего движения с окончательной точкой текущей линии движения. Движения из конечной точки текущей траектории движения для каждой траектории из сформированного множества возможных траекторий дальнейшего движения рассчитывают значение ожидаемой полезности с использованием заданной функции ожидаемой полезности. Из сформированного множества возможных траекторий дальнейшего движения выбирают траекторию движения с максимальной ожидаемой полезностью и реализуют ее при достижении конечной точки текущей траектории движения.

ОБЗОР ОПТИМИЗАЦИИ ТРАЕКТОРИИ ТРАНСПОРТНОГО СРЕДСТВА И РАЗРАБОТКИ АЛГОРИТМА

Динамическое программирование и генетический алгоритм могут быть применены к оптимизации траектории транспортного средства. В частности, наиболее широко используются алгоритмы оптимизации на основе динамического программирования (ДП) в оптимизации траектории движения транспортного средства. Для того чтобы сформулировать задачу в ДП, необходимо определить сначала границы области поиска или карты. Предполагается, что каждое транспортное средство полностью осведомлено в целом и транспортное средство разделяет карту на сетку единичных областей определенного размера (т.е. дискредитируют карту). Затем транспортные средства планируют дискредитированный путь к месту назначения для достижения определенных глобальных целей, таких как минимальный расход топлива или кратчайшее время в пути. На любом временном шаге транспортное средство должно совершить решение, к какой сетке он должен перейти на следующем временном шаге. Учитывая ограничения, такие как максимальное ускорение или замедление, недоступность дороги или местоположение ее окружения транспортные средства и т. д. предложено динамическое программирование на основе оптимизации траектории у транспортного средства для минимизации расхода топлива.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Автономные транспортные средства маневрируют в движении через дорожные сети, не требуя людей в качестве водителей или лиц, принимающих решения. Автономные транспортные средства повышают комфорт для своих пассажиров, устраняя необходимость выполнения ими задач вождения. Автономные транспортные средства предоставляют новые возможности мобильности группам людей, которые до сих пор были частично или полностью исключены из участия в общественной жизни из-за ограничений мобильности.

ЛИТЕРАТУРА

1. Автономный электромобиль [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://phys.org/news/2018-02-autonomous-vehicles-traffic.html>. – Дата доступа: 21.0.2022.

Библиотека [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://library.ctr.utexas.edu/ctr-publications/0-6847-1.pdf>. – Дата доступа: 10.04.2022.

Траектория автономного транспортного средства [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://library.ctr.utexas.edu/ctr-publications/0-6847-1.pdf>. – Дата доступа: 11.04.2022.

Электромобиль среди транспортного потока [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www2.informatik.uni-freiburg.de/~stachnis/pdf/kolski06irosws.pdf>. – Дата доступа: 19.04.2022.

Представлено 26.05.2022

УДК 004.9

ОСНОВЫ ПРИМЕНЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЙ ВИРТУАЛЬНОЙ РЕАЛЬНОСТИ ПРИ АВТОНОМНОМ ТРАНСПОРТЕ

BASICS OF APPLICATION OF VIRTUAL REALITY TECHNOLOGIES IN AUTONOMOUS TRANSPORT

Байдун Н. Н., студ., **Гончарова Е. А.**, ст. преп.,
Белорусский национальный технический университет,
г. Минск, Республика Беларусь
Baidun N. N., student, Goncharova E.A., Senior Lecturer,
Belarusian National Technical University, Minsk, Belarus

В данной статье рассматривается дополненная и виртуальная реальность для улучшения и облегчения эксплуатации автомобиля.

This article discusses augmented and virtual reality to improve and facilitate the operation of the car.

Ключевые слова: дополненная реальность, автономный транспорт, виртуальная реальность.

Keywords: augmented reality, autonomous vehicles, virtual reality.

ВВЕДЕНИЕ

Автомобильная промышленность всегда остается одной из главных отраслей экономики. Автомобильные производители всегда пробуют применять на новейшие технологии для получения модернизированных авто. Технологии виртуальной реальности (VR) и дополненной реальности (AR) достаточно быстро набирают обороты по мере того, как быстро развиваются компьютерные технологии. Технология дополненной и виртуальной реальности находится на пике развития. Эти две сферы технологии внедряют буквально во все, делая непонятные вещи простыми и интуитивно понятными.

ТЕХНОЛОГИИ ВИРТУАЛЬНОЙ РЕАЛЬНОСТИ ПРИ АВТОНОМНОМ ТРАНСПОРТЕ

Технология дополненной реальности – это довольно нужная функция, что стремительно продвигается в разных секторах экономики. С поддержкой данных модификаций изготовители спорт-каров

предоставляют вероятность взглянуть на автомобиль в естественном объеме, для того чтобы найти решение. Делают демонстрационные залы виртуальной реальности, для покупки авто вам необходимо посетить дилерский центр, а в нем вы можете настроить любую марку или модель именно такую, какую вы собирались найти.

Значительная часть компаний стремится ввести дополненную реальность с целью упрощения ремонтных работ машин, они сумеют облегчить обслуживание вашей машины.

Превосходным решением является введение дополненной реальности в размещение умных указателей на ветровое стекло.

Благодаря таким технологиям, как VR, беспилотные автомобили могут автоматически определять и адаптироваться к динамически изменяющейся среде. Дополненная реальность виртуальная реальность также играют ключевую роль в оценке безопасности такого беспилотного автомобиля.

VR дает возможность изготовителям автономных транспортных средств проверять собственные машины в различных погодных и дорожных условиях на каждом участке. Также, это позволяет проводить полноценные испытания виртуально.

Обучаемые на водительское удостоверение смогут сначала изучить основы на дому и отправиться в путь только после достижения определенного уровня владения транспортным средством и дорожным движением.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Отталкиваясь с вышерассмотренной данных, в настоящий период виртуальная и дополненная реальность не прекращает совершенствоваться, но кроме того адаптируется в абсолютно всех типах существования. В автоиндустрии для ее имеется большое количество возможностей также перспектив, которые сумеют облегчить жизнедеятельность людей и изготовителей, но кроме того сделают гораздо более безопасным и приятным: подготовка вождению, приобретение нового авто либо формирование дизайна, осуществление ремонтных работ для вашего автомобиля.

ЛИТЕРАТУРА

1. Конфигуратор автомобиля в виртуальной реальности для автосалонов [Электронный ресурс]. – Режим доступа:

<https://car.ru/news/tehnologii/214494-audi-osnastit-svoi-avtomobili-tehnologiyey-virtualnoy-realnosti/>. – Дата доступа: 26.04.2022.

2. Автомобили технологией виртуальной реальности, [Электронный ресурс]. – Режим доступа <https://uni3dlabs.ru/portfolio/configurator-automobiles-virtual-reality/>. – Дата доступа: 26.04.2022.

3. Виртуальной реальности [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.toptal.com/virtual-reality/virtual-reality-in-the-automotive-industry>. – Дата доступа: 26.04.2022.

Представлено 25.05.2022

УДК004.9

АНАЛИЗ ОСОБЕННОСТЕЙ ВНЕШНЕЙ КОНСТРУКЦИИ В БЕСПИЛОТНОМ ЭЛЕКТРОМОБИЛЕ

ANALYSIS OF FEATURES OF THE EXTERNAL DESIGN IN AUTOMONOUS ELECTRIC VEHICLE

Кананученко А. С., студ., **Гончарова Е. А.**, ст. преп.,
Белорусский национальный технический университет,
г. Минск, Республика Беларусь

Kananuchenko A. S., student, Goncharova E.A., Senior Lecturer,
Belarusian National Technical University, Minsk, Belarus

В данной научно-исследовательской работе рассматривается анализ особенностей внешней конструкции в беспилотном электромобиле.

In this research work, an analysis of the features of the external structure in an unmanned electric vehicle is considered.

Ключевые слова: особенности внешней конструкции, беспилотный электромобиль.

Keywords: external design features, unmanned electric vehicle.

ВВЕДЕНИЕ

Автономное вождение является одновременно быстро развивающейся технологией и предметом споров. С одной стороны, люди считают, что автономные автомобили обеспечат лучшее будущее за счет повышения безопасности на дорогах, снижения затрат на инфраструктуру и повышения мобильности детей, пожилых людей и инвалидов. С другой стороны, многие люди боятся инцидентов со взломом автомобилей, риска аварий со смертельным исходом и потери работы, связанной с вождением. Исследование отношения потребителей к автономному вождению.

Без сомнения, автономное вождение — сложная и спорная технология для многих людей. Чтобы лучше понять, насколько безопасны беспилотные автомобили, важно выяснить, как именно они работают, а также какие типы датчиков в автономных транспортных средствах помогают им знать, куда двигаться, и распознавать объекты на дороге, чтобы как предотвратить автомобильные аварии.

ОСОБЕННОСТИ ВНЕШНЕЙ КОНСТРУКЦИИ В БЕСПИЛОТНОМ ЭЛЕКТРОМОБИЛЕ.

К особенностям конструкции в автономном транспорте можно отнести обеспечение программным обеспечением (ПО) и сенсорами. Они собирают информацию об окружающей обстановке, которая ложится в основу следующих действий автомобиля так называемые электронные «органы чувств».

Обычно используются во внешней конструкции датчики.

Лидары – дальномер оптического распознавания, это технология измерения расстояний путем излучения света (лазер) и замера времени возвращения этого отражённого света на приёмник.

Радары – сканирует пространство электромагнитными волнами. Он определяет разницу фаз исходящих и входящих излучений. С помощью радара и лидара беспилотник узнает свое положение в пространстве, расстояние до объектов и скорость.

Камеры – они нужны прежде всего для классификации объектов вокруг беспилотника. С помощью камеры можно точно понять, что за объект перед нами (дерево, автомобиль, пешеход и т.д.), а также считывать разметку, сигналы светофоров и автомобилей и дорожные знаки.

Система глобального позиционирования (GPS) – спутниковая система навигации, обеспечивающая измерение расстояния, времени и определяющая местоположение во всемирной системе координат WGS 84.

(Глонасс) – координация работы транспортного департамента и отслеживание движения автомобилей, перевозящих пассажиров или грузы, в режиме реального времени. Координаты каждой машины определяются по спутнику с установленным интервалом и накладываются на карту, потому диспетчер или руководитель департамента получает максимально объективную и оперативную информацию.

Основная функция, которую выполняют бытовые терминалы ГЛОНАСС – глобальная навигация для транспорта. Такое оборудование представляет собой усовершенствованную карту: координаты, определённые терминалом, накладываются на план местности и показывают оптимальное направление движения к заданному пункту.

Новейшие потребительские устройства используют GPS и ГЛОНАСС как взаимодополняющие системы, подключаясь к ближайшим найденным спутникам, это значительно увеличивает скорость и точность их работы, но есть у них и отличия:

Датчики одометрии – прибор для измерения количества оборотов колеса. При помощи него может быть измерен пройденный транспортным средством путь.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На основе изученных данных можно сделать вывод, что беспилотным автомобилям требуется умная инфраструктура, в которой автомобили могли бы взаимодействовать не только с ней, но и с другими машинами. Также, исходя из анализа необходимого ПО для автономного транспорта необходимо учитывать при разработке экстерьера данного вида транспорта.

Компании по разработке беспилотного транспорта заняты сбором максимального количества данных: постоянно испытывают беспилотники, чтобы понять, как и при каких должны быть установлено необходимое оборудование.

Дизайнер в этой сфере играет немалую роль. Дизайнеры транспортных средств занимается проектированием экстерьеров, интерьеров, систем и деталей транспортных средств, отвечающих требованиям рынка, потребителя, производственным и технологическим

процессам. Поэтому дизайнер-инженер должен владеть всей информацией о новых технологических внедрениях в современном мире.

ЛИТЕРАТУРА

1. Беспилотный электромобиль [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://ru.wikipedia.org> Режим доступа: [u.wikipedia.org/wikipedia](https://ru.wikipedia.org). – Дата доступа: 09.03.2022.

2. Лидар это? [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.autocentre.ua/ua/opyt/tehnologii/avtomobilnyj-lidar-cto-eto-takoe-i-kak-rabotaet-447264.html> Режим доступа: www.autocentre.ua/ua/opyt/tehnologii/avtomobilnyj-lidar-cto-eto-takoe-i-kak-rabotaet-447264.html. – Дата доступа: 20.03.2022.

3. Что такое радар? [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://bespilot.com/news/1122-lidars-radars-cameras>. – Дата доступа: 04.04.2022.

4. GPS это? [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://ru.wikipedia.org/wiki/GPS> Режим доступа: [wikipedia.org/wiki/GPS](https://ru.wikipedia.org/wiki/GPS). – Дата доступа: 18.04.2022.

5. ГЛОНАСС? [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://ru.wikipedia.org/wiki/ГЛОНАСС>. – Дата доступа: 25.04.2022.

Представлено 26.05.2022

УДК 004.9

К ВОПРОСУ ПРИМЕНЕНИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ТРАНСМИССИИ НА СПОРТИВНОМ ГРУЗОВИКЕ

Журавлев И. А., студ., **Поварехо А. С.**, канд. техн. наук, доц.,
Белорусский национальный технический университет,
г. Минск, Республика Беларусь
I. Zhuravlev, student,
A. Pavarekha, Ph.D. in Engineering, Associate Professor,
Belarusian national technical University, Minsk, Belarus

Актуальность данной работы связана с возрастающей конкурентной борьбой на различных спортивно-технических соревнованиях. В результате проведенных исследований предложен один из вариантов решения вопроса повышения динамических (разгонных) характеристик машины за счет применения электрического силового привода ведущих колес.

The relevance of this work is associated with the increasing competition in various sports and technical competitions. As a result of the conducted research, one of the solutions to the problem of increasing the dynamic (acceleration) characteristics of the machine through the use of an electric power drive of the driving wheels is proposed.

Ключевые слова: динамика разгона, электропривод, ведущий мост, грузовой автомобиль.

Keywords: acceleration dynamics, electric drive, drive axle, cargo vehicle.

ВВЕДЕНИЕ

Значения динамического фактора по тяге позволяют анализировать тягово-скоростные свойства конкретного автомобиля или подвижного состава при разных нагрузках и сравнивать тягово-скоростные свойства различных автомобилей и составов. При этом чем больше динамический фактор по тяге, тем лучше тягово-скоростные свойства и выше проходимость транспортного средства.

С точки зрения обеспечения высоких значений динамического фактора, наиболее целесообразно применение электрической трансмиссии.

Учитывая изложенное, объектом исследования данной работы является электрический привод для спортивного грузовика, обеспечивающий требуемые динамические характеристики машины, а также повышение экологической безопасности при эксплуатации.

ЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ ТРАНСМИССИЯ СПОРТИВНОГО ГРУЗОВИКА

Проведенные в процессе работы патентные исследования и анализ аналогов показали, что в настоящее время достаточное количество ведущих мировых производителей грузовых транспортных средств уделяют серьезное внимание разработке систем электрического привода ведущих мостов автомобилей [1–4].

В частности, на ОАО «МАЗ» разработан электрогрузовик, предназначенный для перевозки грузов до 4,5 т на расстояние до 200 км без подзарядки. Декларируется, что в данной модели достигнут практически 100%-ный уровень локализации.

Еще один отечественный электрогрузовик Vitovt Electro Prime был разработан в Беларуси на ВКМ Holding.

Наиболее близким прототипом, в соответствии с целями исследования, является разработка французской компания Gaussin, специализирующейся на коммерческих экологически чистых транспортных средствах, электрическая версия грузовика с системой замены батарей за три минуты и запасом хода до 400 км, который планируется выставить для участия в раллийных гонках (рисунок 1).



Рисунок 1 – Модельный ряд электрических грузовиков компании Gaussin (спортивная версия – крайняя слева)

В результате было принято решение для создания оригинальной модели изделия, для чего проведены необходимые конструктивные

и технологические расчеты, разработан эскизный проект разрабатываемой машины. В качестве прототипа выбран существующий спортивный грузовик команды «МАЗ-СПОРТавто» МАЗ-6440RR, оборудованный двигателем внутреннего сгорания (рисунок 2).



Рисунок 2 – Спортивный грузовик МАЗ-6440RR

В создаваемом автомобиле предлагается схема электрического привода ведущих мостов, что позволит увеличить КПД за счет удаления дополнительных элементов привода снижающих КПД. Это будет возможно за счет выбора электродвигателей с более широким диапазоном номинальных оборотов, чем у двигателей внутреннего сгорания, а также за счет ровной полки крутящего момента уже с самых низких оборотов.

Предлагается схема с двумя ведущими мостами, приводимыми в движение каждый своим пакетом тяговых электродвигателей. В качестве тяговых двигателей используем двигатели YASA 750R. Предварительная кинематическая схема представлена на рисунке 3.

Принцип работы электропривода основан на двух ведущих мостах, которые имеют колесную формулу 4x4.

Для повышения надежности, а также возможности продолжать движение до места ремонта было принято решение не делать одну силовую установку, а разнести ее на два модуля 1 (рисунок 4) тяговых двигателей, каждый из которых приводит в движение свой мост. Также каждый модуль состоит из 6 тяговых двигателей с проходным шлицевым валом. Такая конструкция из 12 двигателей в силовой

установке позволяет сделать не ощутимым выход из строя одного из электродвигателей.

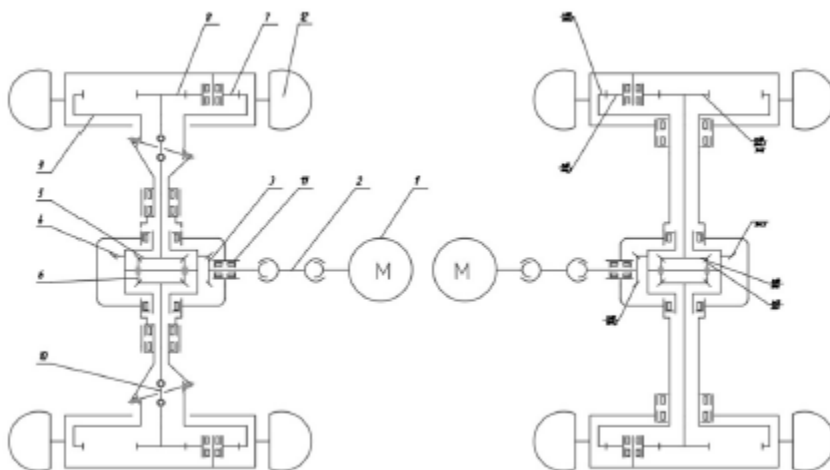


Рисунок 3 – Кинематическая схема трансмиссии спортивного грузовика

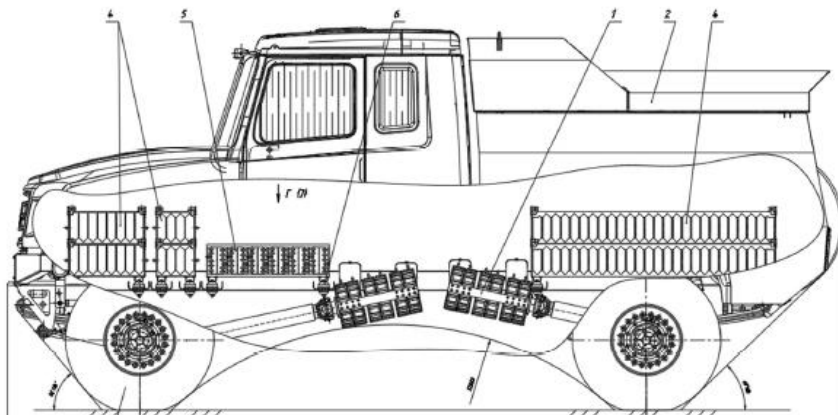


Рисунок 4 – Компоновка электропривода

1 – модуль электродвигателей; 2 – кузов; 3 – ведущие мосты;
4 – блоки электроаккумуляторов; 5 – блок управления; 6 – демпфер

Крутящий момент от электродвигателей 1 передается через карданные валы сразу на мосты 3. Высокий рабочий диапазон оборотов

электродвигателя позволяет осуществлять движение на всем диапазоне скоростей грузовика, не прибегая к установке коробок передач и понижающих редукторов. Ведущий мосты имеют главную передачу и бортовой редуктор с общим передаточным отношением 4,75.

Элементами практической значимости полученных результатов является возможность дальнейшего продолжения разработки проекта, чтобы в будущем позволит применить его на действующем грузовике,

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Предлагаемое конструктивное исполнение электрического тягового привода позволит повысить тягово-динамические и ресурсные характеристики грузовика, тем самым дав новый виток развития спортивного электрического транспорта.

Областью возможного практического применения являются различные спортивные соревнования, а также области грузовой логистики за пределами спорта.

ЛИТЕРАТУРА

1. Электромобиль Nissan Leaf: Руководство по эксплуатации E490-000000.000 РЭ; ОАО «УКХ «БКМ». – Минск. – 227 с.

2. Ведущий управляемый мост транспортного средства [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.freepatent.ru/patents/2468936>. – Дата доступа: 14.03.2020.

3. ОАО «Управляющая компания холдинга «Белкоммунмаш» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://bkm.by>. – Дата доступа: 17.03.2020.

4. Alstom – от автомобилей к электромобилям : Новости коммерческого транспорта [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://rim3.ru/comauto/news/alstom-ot-tramvaev-k-elektrobusam>. – Дата доступа: 28.03.2020.

Представлено 26.05.2022

УДК004.9

РЕШЕНИЯ ДЛЯ ИНФОРМАЦИОННОГО ДИЗАЙНА АВТОМОБИЛЬНЫХ ДИСПЛЕЕВ

INFORMATION DESIGN SOLUTIONS FOR VEHICLE DISPLAYS

Янков Я. А., студ., **Гончарова Е. А.**, ст. преп.,
Белорусский национальный технический университет,
г. Минск, Республика Беларусь
Yankov Y. A., student, Goncharova E. A., Senior Lecturer,
Belarusian National Technical University, Minsk, Belarus

В данной научно-исследовательской работе рассматривается информационный дизайн автомобильных дисплеев.

This research paper deals with the information design of automotive displays.

Ключевые слова: дизайн, экран, UX/UI, Apple, Google.

Keywords: design, screen, UX/UI, Apple, Google.

ВВЕДЕНИЕ

Сначала автомобильные пользовательские интерфейсы были в основном механическими и предназначались для информирования пользователя о скорости его автомобиля, тахометре, уровне топлива и т. д. Затем стало ясно, что люди также хотят развлекаться во время вождения. Это началось с добавления радио и медиаплееров в автомобили.

Объединив эти две функции, 50 лет спустя мы получили передовые информационно-развлекательные системы в автомобилях, которые должны были одновременно предоставлять информацию и развлекать потребителя. В настоящее время информационно-развлекательные системы заменяются функциями, отражающими возможности вашего смартфона.

80 лет прогресса также привели к множеству возможных интерфейсов: GUI, модулям распознавания речи, системам на основе жестов и касаний. Кроме того, значительно усложнился функционал: механические детали, такие как зеркала, заменены электроникой, чтобы расширить их преимущества и обеспечить невидимую под-

держку вождения (вплоть до автопилота). Электроника, в свою очередь, подразумевает наличие программного обеспечения, которое должно быть обновляемым.

ОСОБЕННОСТИ ИНФОРМАЦИОННОГО ДИЗАЙНА В ДИСПЛЕЯХ

Помимо основных элементов управления движением, таких как руль и тормоза, остальные взаимодействия можно разделить на три группы. Первая группа — первичные взаимодействия. Они включают в себя все функции, которые напрямую связаны с вождением и безопасностью. Примерами являются отслеживание скорости, включение поворотников и работа дворников.

Вторичные взаимодействия — это действия, которые производятся часто, но на выполнение которых требуется мало времени. Это может быть изменение громкости музыки, изменение температуры в салоне или включение кондиционера.

Третичные взаимодействия противоположны вторичным. Они осуществляются редко, но требуют высокой когнитивной нагрузки и больше времени.

Автомобильное программное обеспечение — это часть автомобиля, которая может повлиять на ваше желание его купить. Следовательно, его плохое удобство использования может привести к потерям в миллионы долларов.

Одна из основных причин, по которой производители автомобилей используют сенсорные экраны, связана с “расхламлением” (decluttering). Он означает сокращение визуальной нагрузки или воспринимаемой сложности интерьера. Когда вы садитесь в машину и видите приборную панель, полную кнопок, вы чувствуете себя напряженно и подавленно. Напротив, спокойный интерьер с несколькими кнопками положительно влияет на ваш комфорт и воспринимаемое качество.

И, в отличие от разработки мобильных приложений, пока нет компаний, формирующих отрасль, таких как Apple и Android, которые продвигают и диктуют стандарты UX для автомобильных интерфейсов. Рынок разбросан, почти у каждой компании есть свои отделы разработки продуктов и уникальные подходы к созданию автомобильных интерфейсов.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Для разработки автомобильных дисплеев необходимо выявить актуальность и состояние современных подходов к информационному дизайну. Базовые принципы проектирования и лучшие практики для автомобильного информационного дизайна сегодня должны быть актуальны и полезны.

На основе изученных данных можно сделать вывод, что Автопроизводители устанавливают все больше дисплеев в свои автомобили, и эти дисплеи предоставляют водителям важную информацию об окружающей среде, характеристиках их автомобиля и многом другом. Вот почему дизайн и функциональность стали важными критериями для автомобильных дисплеев.

ЛИТЕРАТУРА

1. Информационный дизайн [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://ru.wikipedia.org/wiki>. – Дата доступа: 04.05.2022.

2. UX/UI элементы в дисплеях автомобилей [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.toptal.com/designers/interactive/amazing-vehicle-ui>. – Дата доступа: 04.05.2022.

3. UX элементы [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://rightware.com/blog/the-future-of-automotive-ux-from-the-designers-perspective>. – Дата доступа: 04.05.2022.

4. CarPlay и Android Auto [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.ego-cms.com/post/automotive-user-interfaces-the-past-the-present-and-the-future>. – Дата доступа: 08.05.2022.

5. UX элементы в системе [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S259019821001603>. – Дата доступа: 16.05.2022.

6. Цифровые дисплеи [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.continental-automotive.com/en-gl>. – Дата доступа: 16.05.2022.

Представлено 26.05.2022

УДК 004.9

ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТЕЙ ПОВЫШЕНИЯ ДИНАМИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК СПОРТИВНОГО ГРУЗОВИКА

Медведев М. В., студ., **Поварехо А. С.**, канд. техн. наук, доц.,
Белорусский национальный технический университет,
г. Минск, Республика Беларусь
M. Medvedev, student,
A. Pavarekha, Ph.D. in Engineering, Associate Professor,
Belarusian national technical University, Minsk, Belarus

В результате выполненных исследований предложена кинематическая схема трансмиссии спортивного грузовика, обеспечивающая передачу и регулирование величины крутящего момента от двух источников – двигателя внутреннего сгорания с коробкой передач и электродвигателя на колеса грузового автомобиля спортивного назначения.

As a result of the performed research, a kinematic transmission scheme of a sports truck was obtained, providing transmission and regulation of the torque from two sources - an internal combustion engine with a gearbox and an electric motor on the wheels of a sports truck.

Ключевые слова: гибридный привод, динамические характеристики, параллельный гибридный привод, грузовой автомобиль.

Keywords: a hybrid drive, dynamic characteristics, parallel hybrid drive, sports truck.

ВВЕДЕНИЕ

В последние десятилетие в мире всё больше развивается тенденция перевода транспортных средств на альтернативные виды энергии, в частности на электрическую. Однако, на данный момент одним из самых больших недостатков электромобилей являются накопители электрической энергии (аккумуляторные батареи).

Альтернативой электромобилям являются транспортные средства с гибридной установкой. Чаще всего используется связка: электродвигатель и двигатель внутреннего сгорания. Варианты использования того или иного вида энергии зависят от типа гибрида и текущей

дорожной ситуации, благодаря чему достигается наилучшая экономичность. Данная тенденция не обошла стороной и спортивные мероприятия. Появились соревнования среди электрических болидов. Раллийные состязания добавляют этапы гонки, где требуется в полевых условиях зарядить автомобиль и проехать определённый участок на запасённой энергии.

Примером такой практики является ралли-рейд «Дакар», где всё больше становится заметна тенденция перехода на альтернативные источники энергии или гибридные установки, позволяющие достигнуть высоких тяговых и скоростных показателей.

ГИБРИДНАЯ ТРАНСМИССИЯ СПОРТИВНОГО ГРУЗОВИКА

Объектом исследования в данной работе является гибридный привод спортивного грузовика. Особое внимание уделено суммирующе-распределительному узлу, конструкция которого служит для передачи и распределения крутящего момента от двигателя с коробкой передач и электродвигателя между колесами транспортного средства.

Область возможного применения предлагаемой конструкции является: раллийные гоночные автомобили, имеющие раздаточную коробку, коммерческий транспорт, связанный с крупными грузоперевозками в условиях бездорожья, военная отрасль.

За базовый объект разработки был выбран спортивный грузовик команды «МАЗ-СПОРТавто» МАЗ – 6440RR, который стал первым раллийным грузовиком с капотной компоновкой, собранный на базе опытной модели МАЗ – 6440 (рисунок 1).



Рисунок 1 – Общий вид автомобиля МАЗ – 6440

Для выявления перспективных решений гибридных установок грузовых автомобилей был проведен патентный поиск [1–3], а также анализ имеющихся аналогов [4–8].

Как правило, раллийные версии грузовиков с гибридным приводом зарубежных компаний разрабатывались на базе серийных вариантов конструкции (некоторые исполнения приведены ниже).

В разработке гибридного грузовика *Renault Trucks C 460 Hybrid Edition* участвовала компания *ZF* и *MKR Technology*. Грузовик был модифицирован и усилен для участия в раллийном состязании (рисунок 2).



Рисунок 2 – Renault Trucks C 460 Hybrid Edition

Спортивный грузовик *Hino Dakar Truck «Little Monster»* был создан спортивной командой *Hino Sugawara* на базе серийного грузовика *HINO 600* (рисунок 3).



Рисунок 3 – Спортивный грузовик команды *Hino*

Анализируя рассмотренные аналоги можно сделать вывод, что наиболее распространённой конструкцией гибридного спортивного грузовика является использование крутящего момента электродвигателя для более высокой динамики разгона и преодоления временных сопротивлений (подъемов и тяжелопроходимых участков). Компоновка батарей и управляющей аппаратуры во многом зависит от конструкции внутреннего отделения машины, что дает огромные возможности в компоновочных решениях.

Анализ вышеуказанные патентов позволил выявить плюсы и недостатки каждого решения и сделать вывод, что наиболее подходящей по функционалу и конструкции для спортивного грузовика является конструкция, описанная в патенте [3], благодаря наличию муфты соединения. Однако требуется выделение отдельного места для электродвигателя, инвертора и батареи.

Следует отметить, что на данный момент в раллийном соревновании «Дакар» среди участников распространён только один вид гибрида – параллельный. Данный выбор связан с отсутствием достаточно мощных электродвигателей, позволяющих выдавать соизмеримую мощность и крутящий момент, как спортивные дизели при длительных режимах работы. Поэтому электродвигатели меньшей мощности, чем дизель используются периодически для увеличения тяговых характеристик.

Исходя из всего выше сказанного предлагается кинематическая схема нового технического решения (рисунок 4). Разрабатываемая раздаточная коробка передач будет иметь две полноценные передачи, как и в существующей раздаточной коробке (рисунок 5).

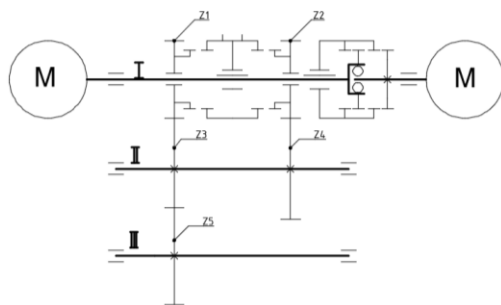


Рисунок 4 – Кинематическая схема нового технического решения

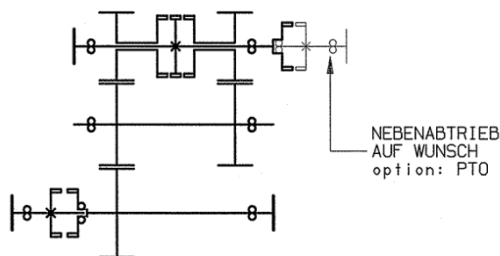


Рисунок 5 – Кинематическая схема раздаточной коробки VG 2000 396

Место где ранее был фланец для вала отбора мощности устанавливается электродвигатель с управляемой зубчатой муфтой.

Возможность отключения переднего моста была убрана из-за малой нужды в ней, а также для уменьшения количества деталей. Гонимый грузовик, основное время участия в гонке, перемещается в условиях бездорожья, где требуется полный привод.

Для подключения электродвигателя используется зубчатая муфта. Отсоединение электродвигателя от трансмиссии позволит уменьшить износ его подшипников, а также исключает возможность выхода из строя электродвигателя при принудительном вращении ротора без питания.

При необходимости использования гибридного режима электродвигатель будет набирать обороты в соответствии с частотой вращения ДВС и замыкаться с помощью муфты, что дает возможность электродвигателю добавлять в трансмиссию крутящий момент. Так же имеется возможность включения режима генератора на блоке управления электродвигателя, что позволяет подзаряжать батарею в движении.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Для реализации гибридного привода был выбран двигатель *SUMO HD HV3500* мощностью 260 кВт.

По результат тягового динамического расчёта автомобиль с гибридным приводом имеет динамический фактор равный 0,79. Разгон до 100 километров в час на гравийном покрытии составляет 4,98 секунд. Максимальное значение ускорения составляет 6,56 м/с² на скорости 40 километров в час.

Применение такого конструктивного решения позволяет увеличить топливную эффективность автомобиля, улучшить тяговые и экологические показатели машины.

ЛИТЕРАТУРА

1. Патентно-поисковой сервис Яндекс [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://yandex.ru/patents/doc/RU2380240C1_20100127. – Дата доступа: 05.03.2022.

2. Патентно-поисковой сервис Яндекс [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://yandex.ru/patents/doc/RU166471U1_20161127. – Дата доступа: 05.03.2022.

3. Патентно-поисковой сервис Яндекс [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://yandex.ru/patents/doc/RU2607150C1_20170110. – Дата доступа: 05.03.2022.

4. Официальный сайт *MKR Technology* [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://mkr-adventure.com/en/technology-1/>. – Дата доступа: 05.03.2022.

5. Официальный сайт *Hino* [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.hino-global.com/>. – Дата доступа: 05.03.2022.

6. Официальный сайт *DanaTM4* [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.danatm4.com/>. – Дата доступа: 05.03.2022.

7. Описание *DUF TurboTwin* [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.autonastroy.ru/twin/>. – Дата доступа: 05.03.2022.

8. Каталог трансмиссий компании *Allison* [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://allison.com/>. – Дата доступа: 12.04.2022.

Представлено 26.05.2022

УДК 616.71

АНАЛИЗ ЧЕЛОВЕЧЕСКОГО ФАКТОРА ДЛЯ СИСТЕМЫ «ВОДИТЕЛЬ-АВТОМОБИЛЬ-ДОРОГА»

HUMAN FACTOR ANALYSIS FOR THE DRIVER-CAR-ROAD SYSTEM

Бандура В. С., студ., Гончарова Е. А. ст. преп.

Белорусский национальный технический университет,
г. Минск, Республика Беларусь

*Bandura V. S., student, Goncharova E. A., Senior Lecturer,
Belarusian National Technical University, Minsk, Belarus*

Статья посвящена системному анализу человеческого фактора системы «водитель – автомобиль – дорога». Выявлена актуальность данной темы. Рассмотрены понятия о системе управления «водитель – автомобиль – дорога». Собрана общая характеристика влияния человеческого фактора на данную систему. Предоставлена информация о ДТП по состоянию 2020–2022 гг. Предложены актуальные разработки ЗАО «НЕЙРОКОМ» для снижения ДТП на дорогах.

The article is devoted to systems analysis of the human factor system «driver – vehicle – road». Identified relevance of the topic. The concepts of control system «driver – vehicle – road». Collected a general characteristic of the human factor on the system. Provides information about the accident as 2020–2022 gg. Proposed relevant development ZAO «NeuroOK» for reducing road traffic accidents.

Ключевые слова: *система «водитель-автомобиль-дорога», ДТП, анализ, человеческий фактор, безопасность.*

Key words: *«driver-car-road» system, accidents, analysis, human factor, safety.*

ВВЕДЕНИЕ

Данная тема считается важной и весьма значимой в настоящее время. В экономически развитых государствах автодорожный травматизм занимает третье место из числа причин смерти жителей, а из

числа молодых мужчин 1-ое. Основным предметом изучения в системе «водитель – автомобиль – дорога» считается водитель. Вторым предметом исследования автотранспортной психологии считается автомобиль. Последующим предметом исследования считается дорога.

Согласно сведениям ООН, в мире каждый год на дорогах погибает приблизительно 1 млн 300 тыс. человек 7 миллионов получает травмы. ВОЗ на основе анализ информации из 180 стран подчеркивается, что ежегодно в дорожно-транспортных происшествиях (ДТП) погибает от 1,24 до 1,3 млн человек.

ПОНЯТИЕ О СИСТЕМЕ УПРАВЛЕНИЯ «ВОДИТЕЛЬ – АВТОМОБИЛЬ – ДОРОГА»

С целью того, чтобы исследовать предпосылки появления дорожно-транспортных происшествий применяется комплексное исследование.

На безопасность дорожного движения оказывает влияние множество факторов: как объективных (конструктивные параметры и состояние дороги, интенсивность движения транспортных средств и пешеходов, обустройство дорог сооружениями и средствами регулирования, время года, часы суток), так и субъективных (состояние водителей и пешеходов, нарушение ими установленных правил). Таким образом, на дорогах существует сложная динамическая система, включающая в себя совокупность элементов человек, автомобиль, дорога, функционирующих в определенной среде. Эти элементы единой дорожно-транспортной системы находятся в определенных отношениях и связях друг с другом и образуют целостность. Они формируют факторы риска, которые могут привести к ДТП. С точки зрения безопасности дорожного движения интерес для системного изучения представляют, как сами факторы риска, так и их различные сочетания, а именно:

- человек - автомобиль;
- автомобиль - дорога;
- дорога - человек.

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ВЛИЯНИЕ ЧЕЛОВЕЧЕКОГО ФАКТОРА НА СИСТЕМУ «ВОДИТЕЛЬ – АВТОМОБИЛЬ – ДОРОГА»

Водители предпочитают режим движения на основе анализа данных о дорожных ситуациях. Ее объем в ходе движения меняется в обширных границах. Безопасность деятельности человека и его работоспособность могут поддерживаться в нужной степени только при условии, если количество поступающих к нему данных располагается в подходящих пределах. Наилучшее количество данных устанавливает эмоциональное состояние водителей, от которого во многом зависит безопасность движения.

Существует четыре главных фактора влияющих на систему «водитель-автомобиль-дорога»: психофизиология водителя; видимость и скорость; зрительные восприятия и реакции.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Человеческий фактор для системы «водитель – автомобиль – дорога», играет значительную роль. Проведя научное исследование можно сделать вывод, что на дороге происходит значительное количество ДТП. Самой главной причиной является то, что большинство происшествий происходит по неосторожности водителя.

ЛИТЕРАТУРА

1. Системный анализ надежности системы «водитель– автомобиль–дорога–среда» на основе социотехнического подхода как проблем. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://libeldoc.bsuir.by/bitstream/123456789/39436/1/Linnik_Sistemniy.pdf. – Дата доступа: 25.03.2022.

2. Психофизиология участников дорожного движения (транспортная психология) – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://rep.bntu.by/bitstream/handle/data/49431/Psihofiziologiya_uchastnikov_dorozhnogo_dvizheniya_transportnaya_psihologiya.pdf?sequence=1. – Дата доступа: 25.03.2022.

3. Основы организации перевозок и безопасного управления транспортным средств. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://studme.org/374004/tehnika/osnovy_organizatsii_perevozok_bezopasnogo_upravleniya_transportnym_sredstvom. – Дата доступа: 25.03.2022.

4. Роль человеческого фактора в организации дорожного движения. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://krudor.ru/news/goodknow/5600-rol-chelovecheskogo-faktora-v-organizatsii-dorozhnogo-dvizheniya>. – Дата доступа: 25.03.2022.

5. Водитель как оператор системы «Водитель – автомобиль – дорога». – [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://tran.bobrodobro.ru/600>. – Дата доступа: 25.03.2022.

6. Человеческий фактор - основа безопасности движения. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://eav.ru/pub11.php?publid=2017-05a23>. – Дата доступа: 25.03.2022.

7. Дорожно-транспортные происшествия и пострадавшие в них по областям и г. Минску в 2020 году. – [Электронный ресурс] – Режим доступа: https://www.belstat.gov.by/ofitsialnaya-statistika/solialnaya-sfera/pravonarusheniya/grafiki_diagrams/dorozhno-transportnye-proisshestiya-i-postradavshie-v-nih-po-oblastyam-i-g-minsku. – Дата доступа: 25.03.2022.

Предоставлено 30.05.2022

УДК004.9

АНАЛИЗ ТРЕБОВАНИЙ И ИНФРАСТРУКТУРЫ ПОЛИГОНА ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ИСПЫТАНИЙ ОПЫТНЫХ ОБРАЗЦОВ БЕСПИЛОТНЫХ ЭЛЕКТРОМОБИЛЕЙ

ANALYSIS OF THE REQUIREMENTS AND INFRASTRUCTURE OF THE LANDFILL FOR TESTING PROTOTYPES OF UNMANNED ELECTRIC VEHICLES

Новик А. Р., студ., **Гончарова Е. А.**, ст. преп.,
Белорусский национальный технический университет,
г. Минск, Республика Беларусь
Novik A. R., student, Goncharova E. A., Senior Lecturer,
Belarusian National Technical University, Minsk, Belarus

В данной научно-исследовательской работе рассматривается испытательный полигон для автономных транспортов, их требования и инфраструктура.

This research paper examines the testing ground for autonomous vehicles, their requirements and infrastructure.

Ключевые слова: *испытательный полигон, автономное транспортное средство, лидар, радар.*

Keywords: *testing ground, autonomous vehicle, lidar, radar.*

ВВЕДЕНИЕ

В ближайшие десять лет автономные транспортные средства радикально изменят автомобильный транспорт. Они превзойдут современные автомобили по эффективности, комфорту, безопасности, скорости, а благодаря интеллектуальным системам управления дорожным движением пробки можно уменьшить или даже избежать. Цель та же: с помощью надежной работы систем гарантировать безопасность дорожного движения.

Тестирование автономных транспортных средств обычно фокусируется на дорожных ситуациях и на надежности автономного контроллера. Цель тестирования - доказать, что транспортное средство будет принимать правильные обдуманые решения в различных случайных дорожных ситуациях.

ИНФРАСТРУКТУРА ПОЛИГОНА ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ИСПЫТАНИЙ ОПЫТНЫХ ОБРАЗЦОВ БЕСПИЛОТНЫХ ЭЛЕКТРОМОБИЛЕЙ

Невозможно заранее определить каждую дорожную ситуацию, и доказать надежность подключенных и автоматизированных транспортных средств без общественных дорожных испытаний.

Для автономных транспортных средств требуются различные уровни тестирования: симуляция, лаборатория, испытательный трек/испытательный полигон, ограниченная/контролируемая дорога общего пользования, дорога общего пользования.

Лабораторные испытания позволяют собрать автомобиль от компонентов до целостной системы. Открытые дорожные испытания могут доказать безопасность. Однако, если проводить дорожные испытания преждевременно, они с большей вероятностью будут потенциально опасны, не повторяемы, не контролируемы и очень затратны. Чтобы решить эти проблемы, инженеры, как правило, используют симуляцию, или же моделирование.

Моделирование – это математическое моделирование четко определенной части реального мира.

При обучении ИИ-контроллера управлению реальным транспортным средством, модель транспортного средства должна учитывать не только правильную массу и мощность двигателя, но и другие характеристики, такие как эффективность торможения или передача нагрузки во время прохождения поворотов и т. п.

Моделирование автономных транспортных средств (AV) отличается от моделирования традиционных транспортных средств тем, что основополагающее значение для оценки того, как транспортное средство справляется со всеми дорожными ситуациями имеет «среда», в которой оно работает.

«Среда» включает в себя дорожную сеть, которая определяет пространство, которое может занимать транспортное средство, а также когда и как транспортное средство может занимать каждую полосу движения. Помимо самой дороги, не менее важно и непосредственное окружение дороги: деревья и кусты, дорожные знаки, пешеходы, здания, другие транспортные средства. Так же необходимо учитывать при моделировании окружающей среды погоду и освещение.

Понимая пешеходов и другие транспортные средства в движении, инженеры должны предсказывать, что эти другие участники движения будут делать в ближайшие несколько десятых секунды. И в этот момент транспортное средство должно решить, что безопаснее всего сделать, чтобы справиться с ситуацией.

Нет никаких сомнений в том, что автоматизированные транспортные средства также должны пройти испытания на дорогах общего пользования, прежде чем получить официальное утверждение.

Испытательный полигон – территория и испытательные сооружения и средства на ней, обеспечивающие испытание объекта в условиях близких к условиям эксплуатации. На полигоне проверяется поведение автомобиля, работоспособность, его маневренность и управляемость в различных ситуациях. Он позволяет отработать базовые сценарии, безопасно протестировать новые алгоритмы.

Полигоны имеют ряд трасс и средств для оценки функций различных систем автомобиля в максимально возможном разнообразии условий движения: Динамическая платформа, Высокоскоростная трасса, Сельские дороги, Тормозная платформа, Автомагистраль, Бездорожье, Хаб-зона, Парковка, Кольцо, Городская зона.

Так же, для дополнительного создания погодных условий, устанавливаются генераторы тумана и дождевые установки.

На полигоне, помимо различных дорожных условий и построек, используются различные манекены: двухмерные манекены, трехмерные манекены и 3D математические манекены.

Устанавливаются системы для сканирования местности, включая испытываемое транспортное средство и других участников движения, которые передают информацию ИИ-контроллеру автономного транспорта. Эти технологии сочетаются с картами высокой точности. Обычно в машинах используются сенсоры в большом количестве для обзора в 360°. Например, 5 лидаров, 9 камер и 6 радаров на 1 автомобиль.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Современные транспортные средства уже оснащены несколькими системами помощника водителя, и в ближайшем будущем высокоавтоматизированные транспортные средства также появятся на автомобильном транспорте. Для того чтобы быть в состоянии гарантиро-

вать будущую безопасность при дорожном движении, требуются новые и более удобные методы тестирования. Помимо различных дорожных покрытий, на испытательных полигонах должны быть установлены системы искусственного создания дождя и тумана для проверки автомобиля в различных погодных условиях. Так же должны присутствовать различные системы сканирования местности, в особенности лидары и радары, в достаточном, для охвата всех возможных ситуаций, количестве.

ЛИТЕРАТУРА

1. Digitrans [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.digitrans.expert/en/test-track>. – Дата доступа: 09.04.2022.
2. Дорожные испытания и моделирование [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.road-testing-or-simulation-the-billion-mile-question-for-autonomous-driving-development.pdf>. – Дата доступа: 09.04.2022.
3. Сенсоры [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://wheelnews.ru/bespilotnyy-avtomobil-ispolzuet-tri-tipa-sensorov>. – Дата доступа: 09.05.2022.

Представлено 26.05.2022

УДК004.9

АНАЛИЗ КОМПОНОВКИ САЛОННОГО РАСПОЛОЖЕНИЯ ПРИБОРОВ В БЕСПИЛОТНОМ ЭЛЕКТРОМОБИЛЕ

ANALYSIS OF THE REQUIREMENTS AND INFRASTRUCTURE OF THE LANDFILL FOR TESTING PROTOTYPES OF UNMANNED ELECTRIC VEHICLES

Черкас И. О., студ., **Гончарова Е. А.**, ст. преп.,
Белорусский национальный технический университет,
г. Минск, Республика Беларусь
Cherkas I. O., student, Goncharova E. A., Senior Lecturer,
Belarusian National Technical University, Minsk, Belarus

В данной научно-исследовательской работе рассматриваются компоновки салонного расположения приборов в беспилотном электромобиле.

In this research paper, the layouts of the interior arrangement of devices in an unmanned electric vehicle are considered.

Ключевые слова: компоновка, салон, расположение приборов, автономное транспортное средство, интерьер, экран.

Keywords: layout, interior, arrangement of devices, autonomous vehicle, interior, screen.

ВВЕДЕНИЕ

В современном мире происходят огромные изменения в кабинах автомобилей. Больше никаких кнопок запуска и остановки. Радиоприемники теперь запрограммированы на большие планшеты, которые встроены в центральной панели. Простые функции, такие как подогрев сидений и климат-контроль, теперь управляются через экран.

Автопроизводители делают автономные транспортные средства (АТС) невероятно строгими и ориентированными на автомобилистов, которые привыкли делать практически все на своих мобильных телефонах.

Однако у этих очень современных и экспериментальных интерьеров есть свои недостатки и недоброжелатели. Большие экраны могут быть очень отвлекающими. Также могут работать со сбоями. Бывали

ситуации, когда компьютер не знал, что делать. И если экран гаснет, то все не работает.

АНАЛИЗ САЛОННОГО РАСПОЛОЖЕНИЯ ПРИБОРОВ

Итак, рассмотри новый кроссовер Volkswagen ID.4. В этом АТС экран не требуется для переключения песен или включения вентиляруемых сидений.

Вам всего лишь нужно сказать «Hello ID», чтобы активировать голосового помощника.

Инженеры ID.4 решили отказаться от огромного экрана. Но они превратили рычаг переключения передач в поворотную ручку и убрали кнопку запуска и остановки. Цель была в том, чтобы создать «простую и интуитивно понятную кабину» и «незагроможденную центральную консоль».

«Просто нажмите на педаль тормоза, когда вы сядете в электро-мобиль, и автомобиль запустится». «Выберите «паркинг», и когда вы выйдете из автомобиля, он отключится».

Ford Mustang Mach-E оснащен одним из самых больших экранов в сегменте АТС – 15,5 дюйма, и многие элементы управления, включая режимы привода, доступны только через экран. Интерьер также упрощен, что было намеренно.

Все на Mach-E цифровое, даже дверные ручки. Все это для того, чтобы рычаги и переключатели не загромождали интерьер салона.

«У нас определенно меньше переключателей», – сказал Ван Хойдонк. «Мы смогли уменьшить элементы, объединив их».

Полностью электрический кроссовер Kia АТС6 поставляется с высокотехнологичным изогнутым информационно-развлекательным экраном.

Вертикальный 11,15 – дюймовый экран заменил почти все переключатели, кнопки и ручки на новом Polestar 2. Как и ID.4, электрический седан не имеет специальной кнопки запуска и остановки, а навигация, развлечения и климат-контроль обрабатываются на экране. Polestar 2 имеет собственную информационно-развлекательную систему Google, первую в своем роде.

Средний размер экрана в автомобилях теперь составляет 8 дюймов. В некоторых современных моделях кнопка запуска и остановки является единственным механическим переключателем во всем автомобиле. Экран обеспечивает доступ ко всем функциям, но также

водители могут управлять электрокаром с помощью голосового помощника А.И. Вагенер признал, что однажды, голосовые команды сделают даже экраны устаревшими.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе данного исследования были выявлены базовые принципы проектирования и лучшие практики для салонного расположения приборов беспилотника, найдены разработки, которые могут быть актуальны и полезны.

На основе изученных данных можно сделать вывод, что автопроизводители с каждым разом делают все меньше и меньше различных переключателей, объединив все их функции в одном большом дисплее. Все они должны предоставлять водителям и самим беспилотным автомобилям важную информацию об окружающей среде, характеристиках автомобиля и многом другом. Вот почему дизайн и функциональность стали важными критериями для правильной компоновки салона беспилотного автомобиля.

ЛИТЕРАТУРА

1. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://ru.wikipedia.org/wiki>. – Дата доступа: 04.05.2022.
2. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.toptal.com/designers/interactive/amazing-vehicle-ui>. – Дата доступа: 04.05.2022.
3. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://rightware.com/blog/the-future-of-automotive-ux-from-the-designers-perspective>. – Дата доступа: 04.05.2022.
4. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.yahoo.com/gma/designers-going-fut>. – Дата доступа: 04. 05. 2022.
5. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.ego-cms.com/post/automotive-user-interfaces-the-past-the-present-and-the-future>. – Дата доступа: 08.05.2022.
7. <https://www.continental-automotive.com/en-gl>. – Дата доступа: 16.05.2022.

Представлено 26.05.2022

УДК 629.114.2

РАЦИОНАЛЬНАЯ СТРУКТУРА РАБОЧЕГО МЕСТА ВОДИТЕЛЯ ЭЛЕКТРОГРУЗОВИКА

RATIONAL WORKPLACE FOR AN ELECTRIC TRUCK DRIVER

Кузьмина В. В., студ., **Таяновский Г. А.**, канд. техн. наук, доц.

Белорусский национальный технический университет,

г. Минск, Республика Беларусь

Kuzmina V. V., student,

Tayanousky G. A., Ph. D. in Engineering, Associate Professor,

Belarusian national technical University, Minsk, Belarus

Рассмотрены структура и варианты рациональной компоновки рабочего места водителя электрогрузовика при центральном и боковом месте расположения его сиденья в кабине.

The structure and options for the rational layout of the workplace of the driver of an electric truck with a central and lateral location of his seat in the cab are considered.

Ключевые слова: электрогрузовик, компоновка места водителя.

Keywords: electric truck, driver's seat layout.

ВВЕДЕНИЕ

Рост числа и расширение сфер использования грузовых дорожных машин с электроприводом колес от возимых источников электрической энергии привели к существенному изменению концепций общей компоновки таких машин, по сравнению с традиционными у колесной техники с двигателями внутреннего сгорания. Особенности устройства электрогрузовиков обусловили необходимость изменения структуры и организации рабочего места водителя, алгоритмов типовых действий по управлению ими.

Цель работы состоит в учете таких изменений при выборе рациональной организации рабочего места водителя и обеспечении конструктивной универсальности элементов обустройства трехместной кабины при поставке машин в страны с право- и левосторонним движением.

КОНЦЕЦИЯ ЭЛЕКТРОГРУЗОВИКА

Разработчики отечественного электрогрузовика из «БКМ Холдинг» предложили оригинальную общую компоновку этой машины, которая реализована на платформе с несущим каркасом, обеспечивает удобную смену электробатарей, рациональную развесовку по мостам. Легкая трансформация для работ разного назначения может быть достигнута путем разработки семейства, и установки модифицирующих машину фирменных грузовых модулей.

Дальнейшее совершенствование тягового электропривода и снижение конструктивной массы возможно за счет установки портального моста с двумя электродвигателями в соответствии со следующей функциональной схемой электропривода (рисунок 1).

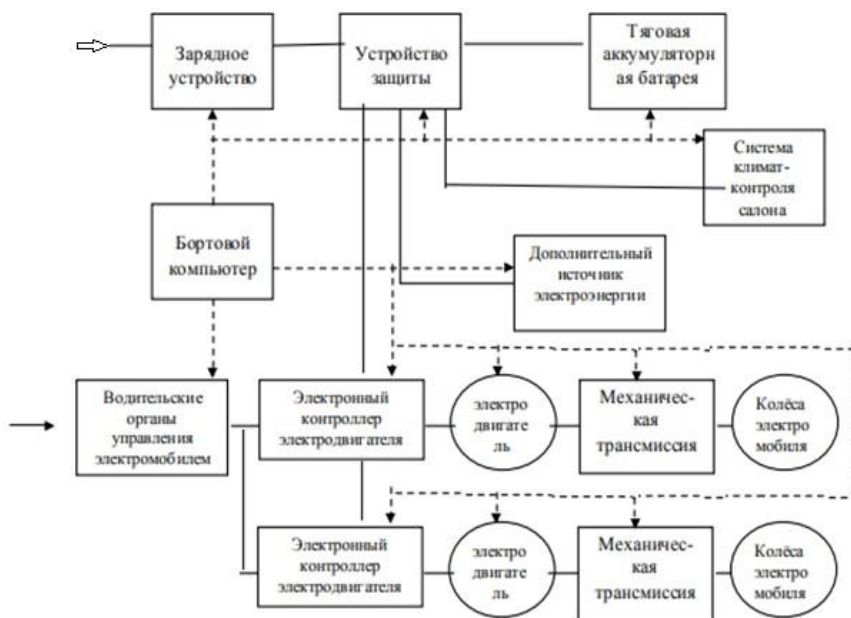


Рисунок 1 – Функциональная схема электропривода колес

На электрогрузовике используют 4 блока LiFePO₄ аккумуляторных батарей с суммарной емкостью 273 кВт·ч. Пробег на одном за-

ряде не превышает 200 км. Система рекуперации энергии торможения позволяет снизить энергопотребление и повысить эффективность электропривода.

Выпущенные образцы электрогрузовика изготовлены из коррозионно стойких материалов, соответствуют требованиям международных стандартов на безопасность таких транспортных средств [1, 2].

ПРИНЦИП СТРУКТУРНОЙ ПЛАНИРОВКИ КАБИНЫ

Рабочее место водителя оснащено жидкокристаллическими дисплеями и панелью управления touch-screen, мультимедийной системой. Сиденье водителя оборудовано пневмоподвеской, подголовником, поясничной поддержкой, подогревом и имеет восемь различных регулировок. В кабине установлены два пассажирских сиденья, на задней стенке кабины имеется откидное спальное место. Параметры среды регулирует климатическая система с функцией климат-контроля и атмосферная LED-подсветка [1, 2].

В работе предлагается рациональный подход обеспечения универсальности организации обустройства кабины путем выполнения объединенного модуля «сиденье-руль-панель управления», который может устанавливаться на полу кабины в трех местах: слева, по центру, справа, а сиденья пассажиров - либо в ряд при боковой установке места водителя, либо с боков и чуть позади места водителя. При этом передняя пластиковая панель будет также модульной быстроръемной, состоящей из трех частей, и обеспечивающей необходимое пространство для перемещения руля с панелью управления в вертикальной плоскости, при регулировке сиденья под антропометрические данные водителя.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На основе анализа комплекса необходимых водителю средств управления отечественным электрогрузовиком, обеспечения комфорта среды, современных требований эргономики и технической эстетики предложены отличающиеся новизной варианты рациональной организации внутреннего пространства трехместной кабины, при центральном, право- и левостороннем расположении руля.

ЛИТЕРАТУРА

1. Технический регламент Таможенного Союза. ТР ТС 018/2011. «О безопасности колесных транспортных средств».
2. «БКМ Холдинг» презентовал электрогрузовик. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.belta.by/economics/view/bkm-holding-prezentoval-elektrogruzovik-485071-2022>. – Дата доступа: 25.03.2022.

УДК 629.114. 2

ВЫБОР КОМПОНОВКИ ПЕРРОННОГО ЭЛЕКТРОБУСА

SELECTING THE LAYOUT OF THE APRON ELECTRIC BUS

Сокол А. А., студ., **Таяновский Г. А.**, канд. техн. наук, доц.,
Белорусский национальный технический университет,
г. Минск, Республика Беларусь
Sokol A. A., student,
Tayanousky G. A., Ph.D. in Engineering, Associate Professor,
Belarusian national technical University, Minsk, Belarus

Рассмотрена проблематика выбора общей компоновки перронного электробуса.

The problem of choosing the general layout of the apron electric bus is considered.

Ключевые слова: *автобус перронный, общая компоновка.*

Keywords: *apron bus, general layout.*

ВВЕДЕНИЕ

Одной из сфер использования техники, где целесообразна замена дизельного привода ведущих колес мобильной машины на электрический, является аэродромный пассажирский транспорт, в частности перронные автобусы. Цель работы состоит в анализе проблемных задач такой замены и нахождении рациональной компоновки перронного электробуса.

КОНЦЕПЦИЯ СТРУКТУРНОЙ СХЕМЫ ЭЛЕКТРОБУСА

Из анализа конструкции хорошо зарекомендовавшего себя в аэропортах многих стран отечественного дизельного переднеприводного перронного автобуса МАЗ 271 следует, что подобная компоновочная схема для разрабатываемого электробуса не подходит по причине большой перегрузки передних управляемых колес, в случае установки электробатарей и электродвигателя, имеющих большую массу и габариты, на место дизельного двигателя с коробкой передач и карданного привода моста.

Поэтому предлагается принять структурно-схемное решение электробуса с задним ведущим электропортальным мостом без главной передачи, со встроенными частотноуправляемыми электродвигателями с воздушным охлаждением, приводящими ступицы колес с двухскатными шинами, меньшего размера, чем передние управляемые. Причем валы электродвигателей связаны с вентилируемыми тормозными дисками и далее с колесами через редуктор, включающий цилиндрическую передачу, и планетарную ступень таким образом, что оси колес заднего моста электробуса расположены выше осей валов электродвигателей. Система управления электродвигателями реализует режимы так называемого электрического межколесного дифференциала, в том числе и блокируемого. Такая система организации привода ведущих колес обеспечивает возможность обеспечить стопроцентный низкий уровень пола и планировку пассажирского салона, сходную с прототипом по числу сидячих мест и площадкам для ручной клади.

ОСОБЕННОСТИ ОБЩЕЙ КОМПОНОВКИ ЭЛЕКТРОБУСА

Компоновка перронного электробуса представлена на рисунке 1.

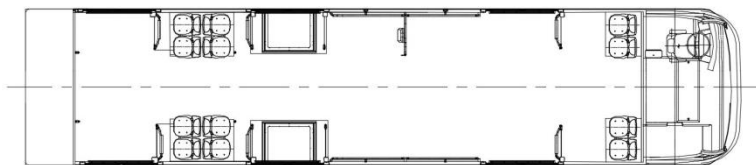


Рисунок 1 – Компоновка перронного электробуса (вид сверху)

Габариты перронного электробуса приближены к габаритам перронного автобуса МАЗ 271. Из-за малых расстояний, которые предстоит преодолеть электробусу, на основе расчета было принято решения установки отечественных литий-ионных накопителей ёмкостью 273 кВтч от компании «БКМ Холдинг». При этом электронакопители сгруппированы в четыре блока, два из которых установлены на крыше над передним мостом, два - в задней части электробуса. Такая компоновка накопителей позволила распределить нагрузку с соблюдением ограничений нагрузки на мосты и шины, а также обеспечить большее время эвакуации в случае аварийного отказа электронакопителей.

В электробусе шесть выходов, они расположены с правой и левой стороны по три на каждую сторону, для удобства посадки и высадки пассажиров. В центральных выходах расположены пандусы для людей с ограниченными возможностями. Из-за небольших расстояний, которое проезжают пассажиры за один рейс, большинство мест – стоячие. Сидячих мест только двенадцать, для пожилых людей, детей, беременных и людей с ограниченными возможностями.

Ведущий мост перронного электробуса изготовлен с возможностью менять ширину колеи за счет специальной вставки 1, которая обеспечивает требуемую жёсткость и прочность моста, чем обеспечивается его универсальность (рисунок 2).

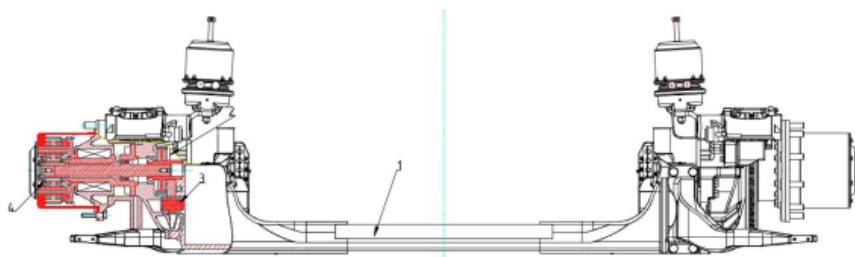


Рисунок 2 – Ведущий мост перронного электробуса

Данный мост спроектирован с двумя электродвигателями по 120 кВт каждый. Балка моста изготавливается из доступных легких и прочных материалов, что позволяет ощутимо уменьшить вес моста

в целом, уменьшить потери и увеличить КПД трансмиссии. Трансмиссия ведущего моста обеспечивает большое передаточное число, что уменьшает крутящие моменты, массу электродвигателей.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

По выполненным проектным расчетам перронный электробус новой компоновки отвечает современным требованиям.

ЛИТЕРАТУРА

1. Технический регламент Таможенного Союза. ТР ТС 018/2011. «О безопасности колесных транспортных средств».

УДК 629.114.2

ОБЩАЯ КОМПОНОВКА ТРЕХОСНОГО ТУРИСТИЧЕСКОГО ЭЛЕКТРОБУСА

GENERAL LAYOUT OF A THREE-AXLE TOURIST ELECTRIC BUS

Волощик А. Н., студ., **Молчанова В. А.**, студ.,
Таяновский Г. А., канд. техн. наук, доц.,
Белорусский национальный технический университет
г. Минск, Республика Беларусь
Voloshcik A. N., students, Molchanova V. A., students,
Tayanousky G. A., Ph.D. in Engineering, Associate Professor,
Belarusian national technical University, Minsk, Belarus

Рассмотрена задача выбора общей компоновки трехосного туристического электробуса.

The problem of choosing the general layout of a three-axle tourist electric bus is considered.

Ключевые слова: электробус туристический, общая компоновка.
Keywords: electric bus tourist, general layout.

ВВЕДЕНИЕ

Широкое распространение автобусного туризма и применение на транспорте электрических двигательных установок предопределило попытки создания туристических электробусов большой вместимости и высокого уровня комфорта.

Сложность разработки конкурентоспособной общей компоновки такого электробуса вызвана большим числом требований к оснащению машины необходимыми средствами для требуемого уровня комфорта, комплексного и качественного обслуживания, общего и индивидуализированного информационного обеспечения, с целью достижения целей экскурсии всеми туристами [1, 2].

ПРОЕКТ КОМПОНОВКИ ТУРИСТИЧЕСКОГО ЭЛЕКТРОБУСА

Выбранная концепция общей компоновки нового туристического транспортного средства включает ряд основных положений, которые сформулированы по результатам предпроектного исследования. В их числе: разработка универсальной платформы машины, позволяющей использовать несколько видов силовых установок; обеспечение высокой степени импортнезависимости по комплектующим узлам, элементам и компонентам, внутризаводской унификации с выпускаемыми отечественными электробусами и автобусами; оснащение машины средствами обеспечения топового уровня туристических услуг; патенто- и конкурентоспособность; сохранение брендовых признаков производителя для реализуемого типажа пассажирских машин, в том числе экспортируемых; соответствие требованиям технических регламентов и протоколов по безопасности, стандартов стран потребителей на уровень потребительских качеств, в том числе художественно-эстетических оценок дизайна внешнего вида и интерьера.

На основе многовариантного анализа структурно-компоновочных схем туристического электробуса принята каркасная полуторазъёмная платформа с верхней пассажирской палубой, с отсеками под размещение функциональных элементов и подсистем с колесной формулой 6x4, регулируемой пневмо-подвеской, со сцепным устройством для агрегатирования, при необходимости, с дополнительными навесными модулями. Электробус оснащен отдельными отсеками: с электронакопителями, преобразователями; с мини-кухней и холо-

дильником; туалетом; душем; гардеробом, а также багажными ячейками. Каждое пассажирское место оснащено индивидуальной системой освещения и микроклимата, а также мультимедийным экраном, разъемами для подзарядки и подключения гаджетов, столиком для приема пищи и напитков. Пассажирское кресло обладает высоким уровнем комфортности с регулировкой под антропометрию пассажира-туриста с приспособлениями для удобства сна. В зависимости от комплектации электробус обеспечивает уровень комфортности от четвертого до пятого и используется для междугороднего и международного туризма. На крыше электробуса, дополнительно, находятся спутниковая антенна, поворотный прожектор, видеокамера кругового обзора с высоким разрешением, порт для расположения мультикоптера с видеокамерами, которые обеспечивают максимальную обзорность местности туристами со своих пассажирских сидений.

Электробус комплектуется ведущими электропортальными мостами без главной передачи, которые обеспечивают дополнительное место под электрооборудование, уровень комфортности по плавности хода, высокий уровень безопасности и экологичности электробуса, снижает затраты на техобслуживание и повышает рентабельность в производстве.

Аккумуляторная батарея разделена на 2 сегментных блока, которые разнесены в разные части электробуса, что обеспечивает рациональное распределения нормальных нагрузок на мосты.

На рисунке 1 показан один из рассмотренных на стадии первичного поиска и анализа вариантов размещения на платформе отдельных функциональных блоков и модулей электробуса.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Предложена концепция и рациональная компоновка трехосного туристического электробуса, выполнены расчеты формообразования экстерьера и планировки салона электробуса.

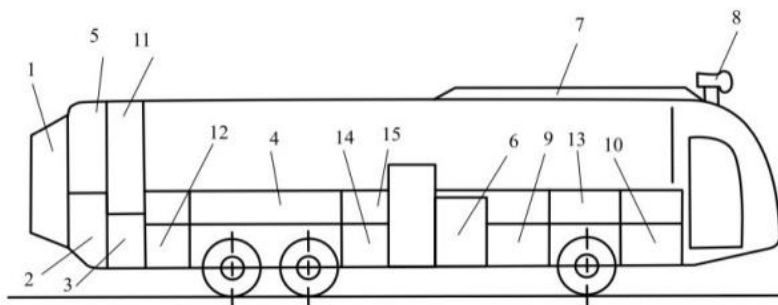


Рисунок 1- Вариант скелетной схемы компоновки туристического электробуса
 1 – модуль навесного стояночного туалета; 2 – отсек системы регулирования температуры электронакопителей; 3, 9 – аккумуляторные блоки, 4, 13 – средства техобслуживания; 5 – электрооборудование; 6 – душ и туалет; 7 – порт для дрона и антенны, 8 – прожектор и видеочамера; 10, 14 – багажные отсеки; 11 – гардеробные; 12 – отопитель; 15 – мини-кухня

ЛИТЕРАТУРА

1. Таяновский, Г. А. К методике разработки экстерьера трамвая / Г. А. Таяновский, К. А. Мурог, О. И. Нечай // Сборник научных трудов Международной научно-практической конференции, посвященный 65-летию кафедры «Тракторы», 20–21 января 2019. – Минск : БНТУ, 2019. – С. 137–144.
2. Технический регламент Таможенного Союза. ТР ТС 018/2011. «О безопасности колесных транспортных средств».

КОНДИЦИОНЕР КАБИНЫ ВОДИТЕЛЯ МОЩНОСТЬЮ 3,5 КВТ С ПРИВОДОМ ОТ ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЯ

Зайцев М. Л., студ., Рахлей А. И., канд. техн. наук, доц.,
Белорусский национальный технический университет
г. Минск, Республика Беларусь

В настоящее время большинство автомобилей, в том числе и грузовых (порядка 80%), выпускается с кондиционерами. Но компрессор этих кондиционеров, как правило, приводится в действие от двигателя автомобиля. И если для грузовиков, работающих на маршрутах небольшой протяженности, это нормально, то для городского электрического транспорта, отправляющихся летом в рейс, применение кондиционеров с приводом компрессора от ДВС невозможно. В таком случае, для поддержания микроклимата в кабине водителя требуется кондиционер с приводом компрессора от электродвигателя.

Разработанная система кондиционирования состоит из спирального компрессора с приводом от электродвигателя мощностью 3,5 кВт, вентилятор испарителя, теплообменник испарителя, теплообменник конденсатора, вентилятор конденсатора (рисунок 1).

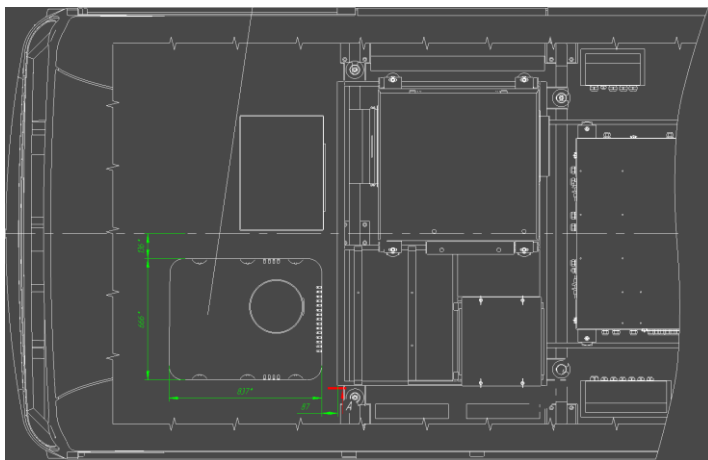


Рисунок 1 – Компоновка кондиционера кабины водителя

Преимущества системы кондиционирования с приводом компрессора от электродвигателя:

- возможность применения на городском электрическом транспорте;
- легкость внедрения кондиционера в транспортное средство;
- ремонтпригодность.

УДК 629.114

ЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ ОТОПИТЕЛЬ САЛОНА НА БАЗЕ РТС ЭЛЕМЕНТОВ

Левин Н. В., студ., **Рахлей А. И.**, канд. техн. наук, доц.,
Белорусский национальный технический университет
г. Минск, Республика Беларусь

Система отопления салона транспортного средства необходима для регулировки микроклимата в салоне подвижного состава и кабине водителя, за счёт регулирования температуры в салоне по сигналу бортового компьютера в кабине водителя. Основной задачей является повышение степени комфорта пассажиров во время поездки в подвижном составе. Регулировка температуры осуществляется по команде, отдаваемой бортовым компьютером водителя по нажатию соответствующей кнопки. При этом система отопления на РТС элементах должна производить своё питание параллельно от основной системы электроснабжения подвижного состава.

Разработанная система отопления на РТС элементах состоит из металлических радиаторов, собранных из тонколистового теплопроводимого металла, системы принудительной циркуляции воздуха, состоящей из крыльчатки вентилятора, редуктора от которого производится привод крыльчатки вентилятора, электродвигателя, приводящего в движение редуктор, отопители исполненные в виде РТС элементов (рисунок 1). Работа РТС элементов основываются на изменении внутреннего сопротивления при изменении их температуры.

Преимуществами системы отопления на базе РТС элементов является следующее:

- очень широкий диапазон регулирования температуры нагревательных элементов;
- высокие показатели пожаро- и взрывобезопасности;
- имеют высокую вариативность форм изготовления, что позволяет осуществлять более гибкую компоновку.

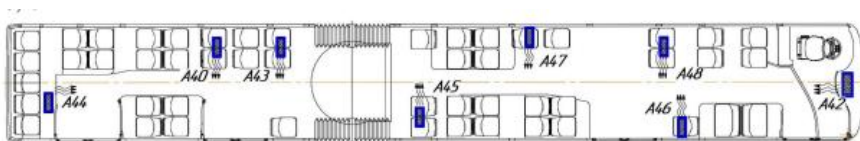


Рисунок 1 – Компоновка отопителей салона на базе РТС элементов

УДК 004.9

ПОВЫШЕНИЕ СКОРОСТНЫХ КАЧЕСТВ ГУСЕНИЧНОЙ МАШИНЫ ПРИ МАНЕВРИРОВАНИИ

Андрукович С. Н., магистрант,
Поварехо А. С., канд. техн. наук, доц.,
 Белорусский национальный технический университет,
 г. Минск, Республика Беларусь
 S. Andrukovich, Master's Student,
 A. Pavarekha, Ph.D. in Engineering, Associate Professor,
 Belarusian national technical University, Minsk, Belarus

В данной работе проведен анализ различных факторов, определяющих подвижность высокоскоростных гусеничных машин. Более подробно рассмотрены вопросы их быстрходности за счет совершенствования систем управления поворотом. Разработаны основные направления решения указанных проблем.

In this paper, the analysis of various factors determining the mobility of high-speed tracked vehicles is carried out. The issues of their speed due to the improvement of time management systems are considered in more detail. The main directions of solving these problems have been developed.

Ключевые слова: быстроходность, управляемость, потенциальные динамические качества, имитационное моделирование, конструктивные параметры.

Keywords: speed, controllability, potential dynamic qualities, simulation modeling, design parameters.

ВВЕДЕНИЕ

В процессе создания современных гусеничных машин (ГМ) одной из задач является обеспечение их высокой подвижности, в том числе за счет повышения быстроходности и обеспечения высоких скоростных качеств, в том числе и при выполнении операций маневрирования. Это реализуется за счет максимального использования потенциальных тягово-динамических свойств и совершенствования систем управления поворотом.

ПОВЫШЕНИЕ СКОРОСТНЫХ КАЧЕСТВ ГУСЕНИЧНЫХ МАШИН ПРИ МАНЕВРИРОВАНИИ

Как показал анализ эксплуатационных характеристики ГМ понятие подвижности можно представить в виде следующей структурной схемы (рисунок 1) [1–3].

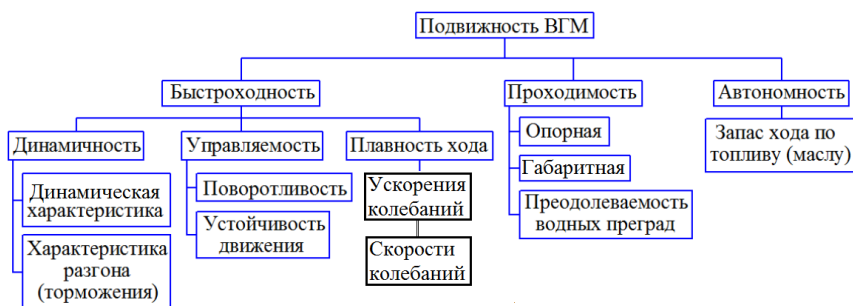


Рисунок 1 – Структурная схема подвижности ГМ

Однако в реальности приходится сталкиваться с рядом объективных и субъективных факторов:

– имеет место запаздывание реакции гусеничной машины на управляющее воздействие, что определяется инерционностью системы управления поворотом;

– ограниченной несущей способностью грунтовой поверхности, в том числе в боковом направлении, что усугубляется высокой динамичностью изменения нагрузок по бортам машины, особенно при входе в поворот, когда имеют место высокие значения угловых ускорений;

– наличием у большинства машин дискретных систем управления, что приводит к необходимости снижения скорости движения для обеспечения выбранной траектории криволинейного движения;

– отсутствием соответствующего уровня подготовки водителей.

Как видно, ряд приведенных проблем носят неустранимый характер, поэтому следует сосредоточиться на решении задач совершенствования конструктивного исполнения системы управления поворотом. Данное направление предполагает выбор структуры системы управления движением гусеничной машины с учетом ее динамических характеристик и взаимодействия движителя с опорной поверхностью. В качестве другого направления можно рассматривать выбор конструктивных параметров отдельных элементов системы и алгоритма ее работы, обеспечивающих повышение эффективности управления движением гусеничной машины при сохранении высоких скоростных качеств.

Для достижения поставленных задач необходимо:

– разработать расчетную схему управляемого движения гусеничной машины на повороте;

– разработать математическую модель криволинейного движения машины, содержащую максимальное количество существенно важных параметров;

– выбрать адекватную модель взаимодействия гусеничного движителя с опорной поверхностью, учитывающую особенности грунтовой поверхности и конструкции движителя;

– провести имитационное моделирование криволинейного движения машины для определения зависимости кинематических (угловая скорость, кривизна траектории, смещение полюса поворота) и силовых (сила тяги на ведущих колесах, моменты сопротивления движению и повороту) параметров поворота от конструктивных параметров машины и эксплуатационных условий, а также качества переходных процессов;

– выбрать алгоритм функционирования системы управления поворотом при различных управляющих воздействиях;

– обосновать выбор конструкции системы управления, управляющих и силовых параметров исполнительных механизмов.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Решение поставленных в статье вопросов позволит определить наиболее важные параметры, определяющие подвижность скоростной гусеничной машины, выбрать структурную схему и алгоритм работы системы управления поворотом с точки зрения наиболее эффективного использования потенциальных скоростных качеств.

ЛИТЕРАТУРА

1. Забавников, Н. А. Основы теории транспортных гусеничных машин / Н. А. Забавников. – М.: Машиностроение, 1975.
2. Кондаков, С. В. Обеспечение управляемости быстроходных гусеничных машин на переходных режимах криволинейного движения: монография / С. В. Кондаков. – 2-е изд., испр. и доп. – Челябинск: Изд. ЮУрГУ, 2007. – 102 с.
3. Благодравов, А. А. Динамика управляемого движения гусеничной машины: учеб. пособие / А. А. Благодравов, В. Б. Держанский. – Курган: Изд-во Кург. машиностроит. ин-та, 1995. – 162 с.

Представлено 26.05.2022

**ЭРГОНОМИКА РАБОЧЕГО МЕСТА
ЭЛЕКТРОМОБИЛЯ С КУЗОВОМ
КАРКАСНО-ПАНЕЛЬНОЙ КОНСТРУКЦИИ**

**ERGONOMICS OF THE WORKPLACE OF AN ELECTRIC
VEHICLE WITH A FRAME-PANEL CONSTRUCTION BODY**

Павлович Д. В., магистрант,
Жданович Ч. И., канд. техн. наук, доцент,
Белорусский национальный технический университет,
г. Минск, Республика Беларусь

D. Pavlovich, Master's student,
Ch. Zhdanovich, Ph.D. in Engineering, Associate Professor,
Belarusian National Technical University, Minsk, Belarus

Рассмотрена методика и разработан вариант эргономики рабочего места водителя электромобиля с кузовом каркасно-панельной конструкции. Представлен цифровой рендер 3D модели разрабатываемого интерьера.

The methodology is considered and a variant of the ergonomics of the workplace of the driver of an electric car with a frame-panel construction body is developed. A digital rendering of a 3D model of the interior being developed is presented.

Ключевые слова: методика, проектирование, электромобиль, рабочее место водителя, эргономика, цифровой рендер.

Keywords: methodology, design, electric vehicle, driver's workplace, ergonomics, digital rendering.

ВВЕДЕНИЕ

Перспективным видом транспорта являются электромобили. По ряду показателей электромобиль превосходит обычное транспортное средство: рекуперация энергии торможения, экологичность, ускорение, энергетическая эффективность летом [1]. При производстве электромобилей малыми сериями целесообразно для изготовления

кузова использовать каркасно-панельную технологию, что обеспечивает низкие затраты на изготовление модельной и технологической оснастки лицевых деталей [2].

Цель работы - разработать вариант эргономики рабочего места водителя электромобиля с кузовом каркасно-панельной конструкции.

ПРОЕКТИРОВАНИЕ РАБОЧЕГО МЕСТА ВОДИТЕЛЯ ЭЛЕКТРОМОБИЛЯ

Методика проектирования рабочего места водителя электромобиля такая же, как автомобиля традиционной схемы. Можно выделить следующие этапы его проектирования [3–7]:

1. Определение диапазона пользователей. В соответствии с требованиями ТНПА принимается диапазон возможных пользователей, обеспечивающий удобство для людей разного роста и комплекции. Затем производят выбор параметров сиденья водителя с оптимальным диапазоном регулировок.

2. Определение положения контрольных точек АНР, R (H), SWC. Рабочая поза оператора непосредственно связана с положением трех контрольных точек R(H), АНР и SWC. В свою очередь их положение определяется основными межсуставными нормативными углами, определяющими удобство расположения частей тела оператора при управлении транспортным средством.

3. Определение зон комфорта и досягаемости. Эти зоны позволяют оценить необходимое пространство, в котором могут располагаться органы ручного и ножного управления, а также расстояния для наилучшего их размещения в зависимости от степени важности и способа управления.

4. Определение обзорности с места водителя. В этой части проектных работ определяются размеры и расположение нормативных зон очистки стеклоочистителями переднего окна, а также углы нормативного поля обзора и не просматриваемых зон, образуемых стойками переднего окна.

5. Определение параметров кабины, минимального рабочего пространства, дверного проема и рабочего места оператора. Определяются силовые элементы каркаса в рамках минимального рекомендованного рабочего пространства вокруг оператора. Размеры задаются относительно контрольной точки Н.

6. Проектирование органов управления, индикаторов и сигнальных устройств. После определения основных параметров кабины определяются: тип, расположение, досягаемость, усилия приведения в действие, перемещение и способы управления органами управления, идентификация индикаторов и сигнальных устройств.

7. Взаимодействие водителя с физическими условиями на рабочем месте. На этом этапе определяется соответствие возможностей человека и безопасности для здоровья, уровень напряженности функций физиологических систем и утомления человека, степень эмоционального воздействия на него процесса труда.

Для электромобиля важно предусмотреть защиту от электромагнитного излучения и поражения электрическим током.

С использованием выше приведенной методики выполнена компоновка рабочего места водителя электромобиля. После определения основных габаритных размеров рабочего пространства и компоновки элементов осуществлен выбор материалов отделки салона, подбор цветовой палитры для всех компонентов рабочего пространства, проработаны пластические и композиционные решения. Осуществлен эскизный поиск и создана 3D модель разрабатываемого интерьера. Получено изображение разрабатываемого интерьера - цифровой рендер 3 D модели (рисунок 1).



Рисунок 1 – Цифровой рендер 3 D модели

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Рассмотрена методика и разработан вариант эргономики рабочего места водителя электромобиля с кузовом каркасно-панельной конструкции. Представлен цифровой рендер 3D модели разрабатываемого интерьера.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ютт, В. Е. Электромобили и автомобили с комбинированной энергоустановкой. Расчет скоростных характеристик: учеб. пособие / В. Е. Ютт, В. И. Строганов. – М.: МАДИ, 2016. – 108 с.

2. Рассчитан на двух пассажиров и на одной зарядке сможет проехать около 150 км — ученые Академии наук создали электрический пикап [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.sb.by/articles/pravila-khoroshego-pikapa.html>. – Дата доступа: 12.04.2022.

3. Бохонко, В. В. Методические подходы проектирования рабочего места водителя / В. В. Бохонко, О. Н. Мойсей, Д. Д. Седнев // Актуальные вопросы машиноведения. – 2014. – Т. 3. – С. 164–167.

4. О безопасности колесных транспортных средств: технический регламент Таможенного союза. – № 018/2011. – 2011. – 465 с.

5. Безопасность машин. Эргономические принципы проектирования: СТБ ЕН 614-1-2007. – Ч. 1: Термины, определения и общие принципы.

6. Безопасность машин. Эргономические принципы проектирования: СТБ ЕН 614-2-2005. – Ч. 2: Взаимосвязь между компоновкой машин и рабочими заданиями.

7. Комплексная система общих технических требований. Требования к эргономике, обитаемости и технической эстетике. Номенклатура и порядок выбора: ГОСТ 20.39.108-85.

Представлено 25.05.2022

УДК 631.3

АНАЛИЗ РАБОТЫ ТРАКТОРА В СОСТАВЕ ПОЧВООБРАБАТЫВАЮЩЕГО АГРЕГАТА

ANALYSIS OF TRACTOR OPERATION AS PART OF A SOIL- PROCESSING UNIT

Уткин И. А., магистрант,
Жданович Ч. И., канд. техн. наук, доцент,
Белорусский национальный технический университет,
г. Минск, Республика Беларусь

I. Utkin, Master's student,
Ch. Zhdanovich, Ph.D. in Engineering, Associate Professor,
Belarusian National Technical University, Minsk, Belarus

Рассмотрена работа почвообрабатывающего агрегата. Определено удельное сопротивление рабочих органов, тяговое сопротивление агрегата. Выполнен тяговый расчет трактора, определен диапазон рабочих скоростей и передача трактора. Проведена оценка эффективности агрегата.

The work of the tillage unit is considered. The specific resistance of the working bodies, the traction resistance of the unit is determined. Tractor traction calculation was performed, the range of operating speeds and transmission of the tractor were determined. The efficiency of the unit was evaluated.

Ключевые слова: трактор, почвообрабатывающий агрегат, тяговое сопротивление, тяговый расчет, скорость, буксование.

Keywords: tractor, tillage unit, traction resistance, traction calculation, speed, slipping.

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время в сельском хозяйстве получили распространение комбинированные почвообрабатывающие агрегаты, способны за один проход выполнить сразу несколько операций. Чаще всего их ис-

пользуют для подготовки почвы к севу. Среди комбинированных агрегатов наиболее распространены ротационные плоские и сферические диски для обработки почвы на глубину от 8 до 14 см [1].

Цель работы – исследовать работу трактора в составе почвообрабатывающего агрегата.

РАБОТА ТРАКТОРА В СОСТАВЕ ПОЧВООБРАБАТЫВАЮЩЕГО АГРЕГАТА

В Республике Беларусь производится агрегат почвообрабатывающий АПН-4 (рисунок 1). Он предназначен для неглубокой, смешивающей обработки стерни (лушение), для предпосевной обработки почвы, для обработки почвы после внесения жидкого навоза. Агрегат оснащен мульчирующим катком, который служит для размельчения крупных комьев почвы, прикатывания и выравнивания. Преимущества АПН: рабочие органы агрегатов оснащены вырезными сферическими дисками типа «ромашка» диаметром 560 мм, толщиной 6 мм. Диски проникают в почву на глубину от 5 до 16 см. Угол атаки передней и задней батарей дисков составляет 15°. В зависимости от почво-климатических условий региона, в котором предполагается использовать данные агрегаты, предлагается выбор прикатывающих катков адаптированных всем видам почв: спиралевидный, зубчатый, планчатый, трубчатый. Он агрегируется с тракторами тягового класса 2–3 т, требуемая мощность для работы с ним 100 кВт [2–4].



Рисунок 1 – Агрегат почвообрабатывающий АПН-4 [2]

Рассмотрим работу с агрегатом трактор BELARUS 1523.6 [5]. Расчёт агрегата проводили следующим образом:

- определяли удельное сопротивление рабочих органов агрегата с учетом рабочей скорости;
- определяется тяговое сопротивление агрегата с учетом рабочей скорости и рельефа поля;
- проводили тяговый расчет трактора;
- определяли наиболее эффективного диапазона скоростей и передачу трактора, а также эффективность работы трактора (рисунок 2–4).

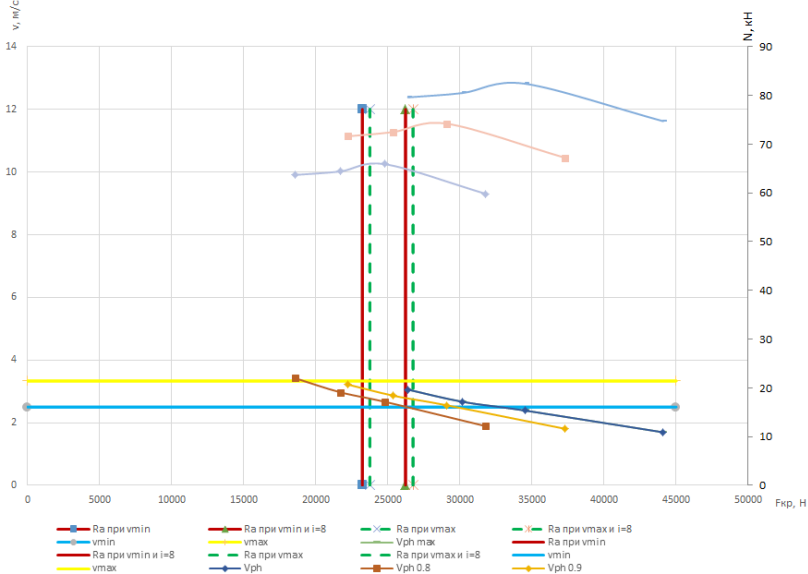


Рисунок 2 – Выбор передачи трактора и режима работы агрегата

Тяговое сопротивление агрегата при минимальной допустимой скорости на ровной поверхности и под уклон 8 градусов, соответственно $R_a = 23,24$ кН и $R_a = 26,23$ кН, при максимальной скорости на ровной поверхности и под уклон $R_a = 23,76$ кН и $R_a = 26,75$ кН.

Анализ графиков (рисунок 2–4) показывает, что для эффективной работы данного машинотракторного агрегата следует использовать 8 передачу 2 диапазона при загрузке двигателя на 80 %. При загрузке

двигателя на 90 % следует использовать передачу 11 диапазона 3. Буксование трактора не превышает допустимого. Агрегат работает в зоне максимального тягового КПД трактора.

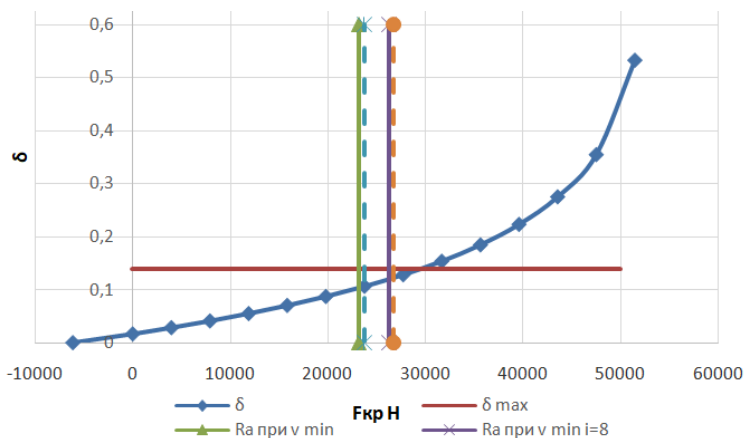


Рисунок 3 – Диапазон изменения буксования трактора при работе с почвообрабатывающим агрегатом

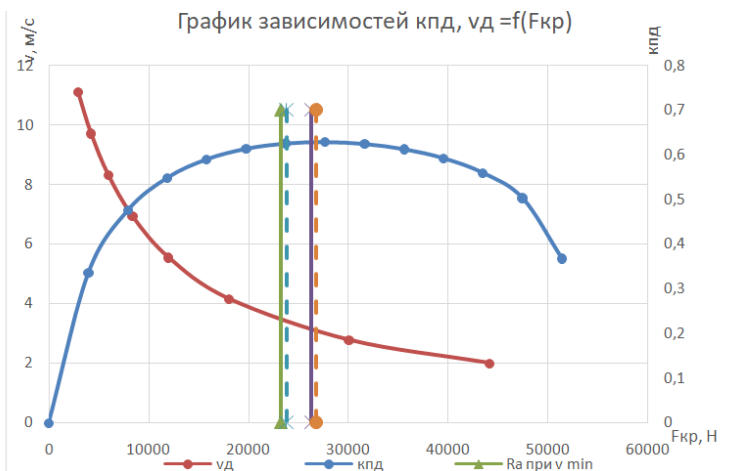


Рисунок 4 – Диапазон изменения тягового КПД трактора и его скорости при работе с почвообрабатывающим агрегатом

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Для эффективной работы данного машинотракторного агрегата следует использовать 8 передачу 2 диапазона при загрузке двигателя на 80 %. При загрузке двигателя на 90 % следует использовать передачу 11 диапазона 3. Буксование трактора не превышает допустимого. Агрегат работает в зоне максимального тягового КПД трактора.

ЛИТЕРАТУРА

1. Комбинированные почвообрабатывающие агрегаты [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://сельхозпортал.рф/articles/kombinirovannye-pochvoobrabatyvayushhie-agregaty/>. – Дата доступа: 12.04.2022.

2. Агрегат почвообрабатывающий дисковый АПН-4,0 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://bobruiskagromach.com/catalog/tillage_equipment/apn_4_0/. – Дата доступа: 12.04.2022.

3. Агрегаты почвообрабатывающие дисковые [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://selmash.by/katalog/pochvoobrabatyvayushchaya-tehnika/agregaty-pochvoobrabatyvayushchie-diskovye/>. – Дата доступа: 12.04.2022.

4. Агрегат почвообрабатывающий навесной АПН-4 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.belrusagro.com/techno/catalog/546/646/>. – Дата доступа: 12.04.2022.

5. BELARUS. Каталог тракторной техники [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.belarus-tractor.com/upload/iblock/9ab/katalog_traktornoy_tekhniki_v1.5.1.pdf. – Дата доступа: 12.04.2022.

Представлено 25.05.2022

СЕКЦИЯ «ДВИГАТЕЛИ ВНУТРЕНЕГО СГОРАНИЯ»

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В СИСТЕМЕ УПРАВЛЕНИЯ ДВС АВТОМОБИЛЯ

Жданович И. Э., студ., **Бабак Н. С.**, ст. преп.,
Белорусский национальный технический университет,
г. Минск, Республика Беларусь

Любая микропроцессорная система зажигания использует такую информационную технологию, как программирование. Ни одно действие системы управления невозможно без пошагового описания на одном из языков программирования. Программисты вместе со специалистами по ДВС должны предусмотреть все возможные варианты развития событий во время управления теми или иными процессами в двигателе или транспортном средстве в целом.

Наиболее известными разработчиками электронных систем впрыска являются BOSCH и Siemens, поэтому чаще всего используют их разработки и терминологию.

В настоящее время производители практически отказались от отдельных электронных систем впрыска и производят электронные системы управления двигателем (МСУД), объединяющие управление впрыском топлива и зажиганием бензинового двигателя. Такие системы обозначаются Motronic. Производятся на современном этапе три типа систем:

- M-Motronic – микропроцессорная система управления зажиганием и распределенным впрыском топлива;
- ME-Motronic – микропроцессорная система управления зажиганием и распределенным, последовательным впрыском топлива, с λ -регулированием и электронным дросселем (система ETC);
- MED-Motronic – микропроцессорная система управления зажиганием и непосредственным впрыском топлива в цилиндры (Direct injection, DI).

Рассмотрим работу системы ME-Motronic. Кроме вышеперечисленных функций система ME-Motronic выполняет и целый ряд дополнительных функций с разомкнутой и замкнутой системами управления.

В качестве примера можно назвать следующие:

- регулирование частоты вращения коленчатого вала на холостом ходу;
- регулирование коэффициента избытка воздуха (замкнутая система управления);
- улавливание топливных паров; рециркуляция отработавших газов для снижения содержания оксидов азота;
- контроль за работой вспомогательной воздушной системы для снижения содержания углеводородов в отработавших газах;
- автоматическое регулирование скорости движения (круиз-контроль).

Система ME-Motronic может выполнять еще целый ряд функций:

- управление работой турбонагнетателя и регулирование параметров впускного трубопровода с целью повышения выходной мощности двигателя;
- регулирование фаз газораспределения для снижения содержания вредных веществ в отработавших газах и увеличения мощности двигателя;
- устранение детонации, ограничение частоты вращения коленчатого вала и ограничение скорости движения автомобиля для защиты отдельных узлов и деталей двигателя и самого автомобиля от повреждений.

В системе ME-Motronic применяется координирование крутящего момента, с помощью которого сопоставляются часто противоречащие друг другу требования в обеспечении определенного значения крутящего момента и затем реализуется наиболее важное из этих требований.

Так, подсоединение к блоку ECU автоматической трансмиссии среди прочих функций позволяет снизить крутящий момент во время изменения передаточного отношения в трансмиссии, благодаря чему уменьшаются нагрузки на трансмиссию и ее износ. Система регулирования тягового усилия на колесах (TCS), входящая в блок ECU, при проскальзывании колес выдает системе ME-Motronic сигналы для уменьшения создаваемого крутящего момента.

Система ME-Motronic содержит компоненты бортового мониторинга (OBD). Они отвечают наиболее строгим экологическим нормам и требованиям интегрированной диагностики транспортного средства.



Рисунок 1 – Система ME-Motronic с электронным управлением дроссельной заслонкой

Система с электронным управлением дроссельной заслонкой (ЕТС), интегрированная в единый блок управления зажиганием, впрыском и другими вспомогательными функциями, позволяет определять положение педали газа посредством датчика ее перемещения (потенциометра).

В соответствии с текущим режимом работы двигателя блок ECU, рассчитав необходимую величину открытия дроссельной заслонки, воздействует на привод этой заслонки - положение контролируется датчиком угла поворота дроссельной заслонки (потенциометром). Таким образом, два потенциометра – педали газа и дроссельной заслонки – образуют элемент управляющей системы ЕТС, которая при работе двигателя производит непрерывный опрос всех датчиков и анализ расчетных данных, влияющих на угол открытия дроссельной заслонки.

Среди достоинств передовой системы впрыска можно отметить следующее:

- достигается идеальный баланс между производительностью и экономичностью двигателя;

– блок управления не нужно перепрошивать, так как система сама исправляет ошибки;

– несмотря на наличие множества тонко настроенных датчиков, система достаточно надежная.

Хотя недостатков у системы мало, но они существенные.

В устройство системы входит большое количество датчиков. Чтобы найти неисправность, обязательно проводить глубокую компьютерную диагностику, даже если ЭБУ не показывает ошибку.

Из-за сложности системы ее ремонт достаточно дорогой.

УДК 621.43

АЛЬТЕРНАТИВНЫЕ СХЕМЫ ДВИГАТЕЛЕЙ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ

Гринько А. Н., студ., **Гершань Д. Г.**, ст. преп.,
Белорусский национальный технический университет,
г. Минск, Республика Беларусь

Двигатели внутреннего сгорания являются неотъемлемой частью современного мира. Они используются в средствах передвижения, садовой технике и промышленности. Наибольшее распространение получили двигатели внутреннего сгорания с кривошипно-шатунным механизмом. К настоящему времени развитие технологий позволило существенно улучшить показатели их работы. Однако не оставляются попытки создания схем, которые бы позволяли еще более улучшить данные показатели.

Например, роторно-поршневой двигатель, разработанный Вальтером Фройде и Феликсом Ванкелем в 1957 году, сильно отличался от двигателей с кривошипно-шатунным механизмом. Он имеет лучшие показатели киловатт мощности на килограмм веса, более сбалансирован, имеет меньшие габаритные размеры, меньшее число деталей, но у него больший расход масла и меньше ресурс, высокие требования к геометрической точности деталей делают его сложным

в производстве. Единственным производителем автомобилей использующим роторно-поршневой двигатель сегодня является компания Mazda. В 2021 году Mazda зарегистрировала патент для заднеприводного автомобиля с роторным двигателем и гибридной технологией. Автомобиль будет использовать трехроторную компоновку.

В 2022 году компания Astron Aerospace представила двигатель Omega 1. Стандартный двигатель Omega 1 весит 16 кг и развивает мощность 160 л. с. при крутящем моменте 230 Н·м. Компания утверждает, что конструкция ее силового агрегата позволяет устанавливать несколько двигателей один за другим, постепенно наращивая мощность. Он работает на холостом ходу при 1000 мин⁻¹, максимальная частота вращения находится на уровне 25000 мин⁻¹. Утверждается, что компания создала рабочий прототип, который может работать на различных видах топлива, а также, что для нового двигателя не требуется уплотнение роторов из-за «столь жестких допусков и высоких оборотов, что просто не остается времени для утечки воздуха». Данный двигатель состоит из двух роторов которые сверху и снизу жестко соединены между собой, а также спереди и сзади разделен на две части холодную и горячую. Работает он по четырехтактному циклу. Воздух поступает в холодную часть. Ротор движется по кругу и паз сжимает газ. Такт впуска и сжатия происходят одновременно в разных частях холодной камеры. Топливовоздушная смесь поступает в камеру сгорания. В горячей части с помощью свечи происходит воспламенение и далее резкое расширение газа, толкающее паз. С другой стороны паз выталкивает отработанные газы. Однако, у инженеров возникают вопросы по уплотнению роторов, охлаждению паза при длительной нагрузке и видам применяемого топлива.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СИНТЕТИЧЕСКОГО ТОПЛИВА В ДВИГАТЕЛЯХ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ

Догиль Д. С., студ., **Гершань Д. Г.**, ст. преп.,
Белорусский национальный технический университет,
г. Минск, Республика Беларусь

Синтетическое топливо представляет собой жидкое или газообразное топливо, получаемое из синтетического газа, который представляет собой смесь окиси углерода и водорода. Синтетический газ получается путём газификации твёрдого сырья (уголь, биомасса), риформинга природного газа с последующей очисткой с помощью конверсии Фишера – Тропша.

Компания HIF Global LLC разрабатывает способ получения синтетического топлива основываясь на принципе углеродной нейтральности. Технологический процесс получения топлива описывается следующим образом:

- электроэнергия, полученная ветряными генераторами, используется для получения водорода из воды посредством электролиза;
- с помощью лопастных нагнетателей производится сбор окружающего воздуха с последующим отделением из него углекислого газа, и последующим выбросом отчищенного воздуха;
- на последнем этапе производится комбинирование полученного водорода и углекислого газа посредством их синтеза.

На выходе получается углеродно-нейтральное топливо.

Преимущества данного топлива заключаются в следующем:

- чистота (в них отсутствует сера, азотосодержащие и ароматические соединения);
- лучшая биоразлагаемость;
- высокие показатели цетанового числа (70–80);
- более высокая температура замерзания.

Следует выделить и недостатки:

- большой расход воды (6 ед. воды на 1 ед. топлива);
- плохие смазывающие свойства из-за маленького содержания серы;

– стоимость (в настоящее время из-за отсутствия массового производства стоимость литра примерно в 10 раз больше чем аналогичного топлива, получаемого из нефти).

Из-за надвигающегося экологического кризиса применение методов по снижению CO_2 в атмосфере в долгосрочной перспективе может вернуть нашу атмосферу к углеродно-нейтральному состоянию. Один из главных недостатков для потребителя это стоимость данного топлива, однако она может быть снижена при внедрении массового производства до стоимости топлив, получаемых из нефти. Синтетическое топливо можно использовать в существующих двигателях без каких-либо конструктивных изменений, а также позволяет использовать существующую инфраструктуру автозаправочных станций. Следует отметить, что данное топливо может применяться в двигателях внутреннего сгорания даже с постоянно ужесточающимися экологическими нормами, что позволяет снизить зависимость двигателей от топлив нефтяного происхождения.

УДК 621.43.052

ТУРБОКОМПРЕССОРЫ

Поливко А. А., студ., **Петрученко А. Н.**, канд. техн. наук, доц.,
Белорусский национальный технический университет,
г. Минск, Республика Беларусь

Существуют различные способы увеличения мощности двигателя без изменения его конструктивных элементов и объема. Одним из таких способов, получивших широкое применение, является наддув, использующий для увеличения количества подаваемого в цилиндр воздуха различные способы и средства. Наиболее часто для этого применяют турбокомпрессор. Данный агрегат повышает давление во впускном тракте двигателя, обеспечивая тем самым подачу в цилиндры двигателя увеличенного количества воздуха. Работа турбокомпрессора осуществляется за счет энергии отработавших газов.

Применение турбокомпрессора позволяет увеличить мощность двигателя на 20–50 % с минимальным повышением его стоимости (а

при более значительных доработках рост мощности может достигать 100–120 %). Благодаря своей простоте, надежности и эффективности системы наддува на основе турбокомпрессоров находят самое широкое применение на всех типах транспортных средств с ДВС.

Существующее разнообразие систем наддува можно разделить на три группы:

По назначению:

- одноступенчатые системы наддува – один турбокомпрессор на двигатель, либо два и более агрегатов, работающих на несколько цилиндров;

- двухступенчатые системы наддува – два турбокомпрессора с различными характеристиками, которые работают в паре (последовательно друг за другом) на одну группу цилиндров.

Наиболее широкое применение находят одноступенчатые системы наддува. Однако такой системе может присутствовать два или четыре одинаковых агрегата – например, в V-образных двигателях используются отдельные турбокомпрессоры на каждый ряд цилиндров, в многоцилиндровых моторах (более 8) могут применяться четыре турбокомпрессора, каждый из которых работает на 2, 4 или более цилиндров. Меньшее распространение получили двухступенчатые системы наддува и различные вариации Twin-Turbo, в них используется два турбокомпрессора с различными характеристиками, которые могут работать только в паре.

По применимости:

- по типу двигателя – для бензиновых, дизельных и газовых силовых агрегатов;

- по объему и мощности двигателя – для силовых агрегатов малой, средней и большой мощности; для высоко оборотистых двигателей, и т. д.

По виду турбины:

- радиальная (радиально-осевая, центростремительная) – поток отработавших газов подается на периферию крыльчатки турбины, движется к ее центру и выводится в осевом направлении;

- осевая – поток отработавших газов подается вдоль оси (к центру) крыльчатки турбины и выводится с ее периферии.

Сегодня применяются обе схемы, но на двигателях небольшого объема чаще можно встретить турбокомпрессоры с радиально-осе-

вой турбиной, а на мощных силовых агрегатах предпочтение отдается осевым турбинам (хотя это и не является правилом). Независимо от типа турбины, все турбокомпрессоры оснащаются центробежным компрессором – в нем воздух подается к центру крыльчатки и отводится от ее периферии.

Основные характеристики турбокомпрессоров:

– степень повышения давления – отношение давления воздуха на выходе компрессора к давлению воздуха на входе (лежит в пределах 1,5–3,0);

– подача компрессора (расход воздуха через компрессор) – масса воздуха, проходящая через компрессор за единицу времени (лежит в пределах 0,5–2 кг/с);

– рабочий диапазон оборотов – лежит в пределах от нескольких сотен (для мощных тепловозных, промышленных и иных дизелей) до десятков тысяч (для современных форсированных двигателей) оборотов в секунду. В современных турбокомпрессорах периферийные точки колес могут вращаться со скоростями 500–600 м/с, то есть – в 1,5–2 раза быстрее скорости звука, что обуславливает возникновение характерного свиста турбины;

– рабочая/максимальная температура отработавших газов на входе в турбину – лежит в пределах 650–700 °С, в отдельных случаях достигает 1000 °С;

– КПД турбины/компрессора – обычно составляет 0,7–0,8 – в одном агрегате КПД турбины обычно меньше КПД компрессора.

СИСТЕМА ТОПЛИВОПОДАЧИ COMMON RAIL

Кулага Е. С., студ., **Ивандиков М. П.** канд. техн. наук, доц.,
Белорусский национальный технический университет,
г. Минск, Республика Беларусь

Система впрыска Common Rail является современной системой впрыска топлива дизельных двигателей. Главной конструктивной особенностью этой системы является наличие топливной рампы, в которой происходит аккумулярование топлива под высоким давлением для дальнейшей подачи в форсунки дизельного двигателя. В силу этой особенности подобные системы также называют аккумуляторными. Впервые она была представлена компанией Bosch в 1996 году.

Система Common Rail разделяется на контур высокого давления и контур низкого давления. Контур низкого давления состоит из:

- 1) подкачивающий топливный насос, подающий дизельное топливо из бака в напорную магистраль;
- 2) топливный фильтр, оснащенный клапаном для предварительного прогрева при низких температурах;
- 3) вспомогательный топливный насос, для перекачки топлива от нагнетательной магистрали;
- 4) сетчатый фильтр;
5. Температурный датчик.

Контур высокого давления:

- 1) ТНВД (топливный насос высокого давления) – чаще всего применяется насос распределительного типа;
- 2) дозирующий клапан – регулирует количество топлива, попадающего в рампу;
- 3) регулятор давления дизтоплива – необходим для поддержания заданных показателей давления топлива в магистрали высокого давления;

4) топливная рампа или аккумулятор – представляет собой трубчатый элемент, по длине которого расположены штуцеры крепления форсунок;

5) датчик давления – расположен в магистрали высокого давления, фиксирует и передает соответствующие данные в ЭБУ (электронный блок управления) двигателя;

б) редукционный, или перепускной клапан – позволяет поддерживать величину давления в обратной магистрали на заданном уровне (примерно 1 МПа), что обеспечивает правильную работу форсунок;

7) топливные форсунки – применяются двух типов: электрогидравлические (управляются электромагнитным клапаном) или пьезоэлектрические (оснащены пьезокристаллами, что существенно повышает скорость их работы).

Принцип работы топливной системы этого типа основан на разделении процессов создания высокого давления и непосредственно впрыска дизеля. Из топливного бака горючее закачивается в систему насосом низкого давления. При этом оно проходит через фильтры, где очищается от примесей и различных загрязнений. По контуру низкого давления дизтопливо поступает в ТНВД, имеющий механический привод. Он выполняет закачку топлива в рампу, где оно аккумулируется до момента впрыска. Это позволяет постоянно поддерживать нужный уровень давления, независимо от текущего режима работы двигателя.

Получая данные от датчиков системы, ЭБУ двигателя определяет, какое количество топлива необходимо подать ТНВД на топливную рампу. После этого открывается клапан дозирования горючего, которое поступает в аккумулятор. Топливо при этом находится под заданным уровнем давления, поддерживаемым регулятором.

Как только необходимый объем топлива поступает в рампу, ЭБУ посылает команду на открытие форсунок, соответствующих циклу работы двигателя. В течение одного цикла работы такой системы может осуществляться многократный впрыск. Наиболее часто применяется трехфазный впрыск:

1) предварительный – необходим для повышения температуры и сжатия в камере сгорания, что позволяет ускорить процесс самовоспламенения;

2) основной – непосредственно обеспечивающий работу двигателя;

3) дополнительный – необходим для увеличения температуры нагрева отработавших газов, что обеспечивает сгорание сажи и уменьшение объема вредных выбросов в атмосферу.

Достоинства системы Common rail.

Изначально уровень давления, создаваемый на топливной рампе, составлял 140 МПа. Начиная с четвертого поколения давление впрыска топлива превышает 220 МПа. Такой рост давления позволил добиться увеличения объема топлива, впрыскиваемого в цилиндры мотора за один цикл, а, следовательно, повысить мощность дизельных автомобилей.

Среди недостатков системы Common rail – необходимость использования топлива высокого качества. Поскольку в таких двигателях используются конструктивно сложные форсунки, их ресурс ниже. Также очень важно обеспечение полной герметичности. Так, например, при поломке форсунки, ее клапан будет постоянно находиться в открытом положении, и топливная система перестанет работать.

Появление топливной системы Common Rail стало настоящим прорывом в производстве дизельных двигателей. Она применяется в дизелях всех классов высоких экологических стандартов, активно внедряемых в развитых странах.

СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ДВИГАТЕЛЯ TSI С ДВОЙНЫМ ТУРБОНАДДУВОМ

Зубик А. А., студ., **Петрученко А. Н.**, канд. техн. наук, доц.,
Белорусский национальный технический университет,
г. Минск, Республика Беларусь

Эволюция технологий автомобильного производства привела к повсеместному применению двигателей с непосредственным впрыском топлива. Обозначение TSI это сокращенное Turbo Stratified Injection запатентованное Volkswagen.AG название линейки двигателей с турбокомпрессором и непосредственным впрыском. Появление TSI стало логичным этапом совершенствования двигателей FSI, которые не имели турбокомпрессора.

TSI двигатель имеет следующие преимущества:

1. Смесеобразование. Существует возможность достаточно гибкого изменения состава горючей смеси, (послойная обедненная смесь с отработанными газами, гомогенная обедненная смесь с отработанными газами, гомогенная стехиометрическая смесь с отработанными газами и гомогенная стехиометрическая смесь без отработанных газов). Это позволяет снизить расход топлива.

2. Турбонаддув позволяет повысить наполнение цилиндров воздухом. На двигатель TSI может устанавливаться одноступенчатая или комбинированная система нагнетания воздуха. Одноступенчатая система предполагает установку стандартного турбокомпрессора. Комбинированная система предусматривает использование установки турбокомпрессора и компрессора с механическим приводом.

В двигателе TSI топливоподача схожа с системами, используемыми в дизельном моторостроении.

Отличием двигателей линейки TSI является возможность управления и выбора способа распыления и времени подачи топливовоздушной смеси.

Отличительная черта двигателей TSI – совместное использование турбокомпрессора и механического нагнетателя, что позволило данным двигателям побеждать в конкурсе «Двигатель года».

Основной смысл двойного турбонаддува заключён в распределении потоков воздуха. Имея возможность изменять скорость и количество нагнетаемого воздуха, появляется инструмент регулирования качества топливовоздушной смеси в цилиндрах. Отталкиваясь от числа оборотов коленчатого вала и режима работы дроссельной заслонки, различаются и режимы, которыми управляется турбонаддув.

В зависимости от режима работы двигателя выбираются следующие алгоритмы управления наддувом:

- при частоте вращения коленчатого вала до 1000 мин^{-1} работа двигателя происходит без подачи дополнительного воздуха;

- при частоте вращения коленчатого вала $1000\text{--}2000 \text{ мин}^{-1}$, ЭБУ включая электромагнитную муфту задействует механический нагнетатель.

- далее в работу включается турбокомпрессор, однако при мгновенном увеличении нагрузки в диапазоне частот вращения коленчатого вала $2500\text{--}3500 \text{ мин}^{-1}$ в работу дополнительно включается механический нагнетатель;

- при частотах вращения коленчатого вала свыше 3000 мин^{-1} , работает только турбина.

Основным исполнительным элементом данной системы является дроссельная заслонка, именно она перераспределяет воздушные потоки или к турбокомпрессору, или к нагнетателю. Регулировка осуществляется с помощью сервопривода. Например, при $1000\text{...}2400 \text{ мин}^{-1}$ воздух подается только через нагнетатель, а после 3500 мин^{-1} только к турбокомпрессору.

Для управления данной системой электронный блок управления двигателем запрашивает информацию от множества датчиков:

- MAP-сенсор – используется для измерения давления и температуры в системе впуска;

- информацию о положении дроссельной заслонки;

- показатели давления наддува.

Данная схема конечно же является общей и подразумевает наличие большого количества нюансов.

Двигатели системы TSI могут комплектоваться только турбокомпрессором. В этом случае системой управляет электрический или пневматический перепускной клапан. Когда давление выпускного

коллектора будет чрезмерно высоким, клапан направит поток отработанных газов в обход турбины. В этой системе реализуется охлаждение воздуха с помощью жидкостно-воздушного охладителя наддувочного воздуха. В случае двойного наддува система часто комплектуется воздушно-воздушным охладителем наддувочного воздуха.

УДК 621.43.041.4

СИСТЕМЫ ЗАЖИГАНИЯ БЕНЗИНОВЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ

Казей Г. Д., студ., **Ивандиков М. П.**, канд. техн. наук, доц.,
Белорусский национальный технический университет,
г. Минск, Республика Беларусь

ИНДУКТОРНАЯ СИСТЕМА ЗАЖИГАНИЯ

Основной частью которой является магнето. Магнето – это небольшой электрический генератор, который вращается двигателем и способен генерировать высокое напряжение и не нуждается в батарее в качестве источника внешней энергии. Магнит содержит как первичную, так и вторичную обмотку, поэтому ему не нужна отдельная катушка для повышения напряжения, необходимого для работы свечи. Магнето бывает с вращающимся якорем и с вращающимся магнитом. В первом типе якорь вращается между неподвижным магнитом. Во втором типе якорь неподвижен, а магниты вращаются вокруг якоря.

Ford использовал магнето для подачи искры - с 1909 по 1927 гг. Магнето также ставят в двигатели маленького объема, чтобы не использовать громоздкий аккумулятор – переносные бензогенераторы, бензопилы, газонокосилки.

Преимущества – надежность на средних и высоких скоростях; нет потребности в аккумуляторной батарее; требует реже техническое обслуживание.

Недостатки – проблемы с запуском из-за низкой частоты вращения при запуске; зависимость напряжения от частоты вращения коленчатого вала двигателя; выше стоимость по сравнению с аккумуляторной; существует вероятность пропусков зажигания из-за утечки.

БАТАРЕЙНОЕ ЗАЖИГАНИЕ

В 1910 году Каттеринг представил миру альтернативу в виде батарейного зажигания, где источником энергии является батарея. Аккумулятор содержит заряд. Он подает ток на первичную катушку, что создает магнитное поле. Прерыватель обрывает цепь первичной катушки, приводит к образованию тока высокого напряжения в цепи вторичной катушки. Высокое напряжение пробивает воздушный зазор, образуется искра, которая воспламеняет рабочую смесь. За счет механической энергии, вырабатываемой двигателем, вращается генератор, вырабатывающий за счет движения ток. Ток заряжает аккумулятор, чтобы запустить двигатель в следующий раз.

Преимущества – во время запуска или низкой скорости доступна хорошая искра; батарея, кроме генерации искры, питает фары, кондиционер. Недостатки – контактный прерыватель подвергается электрическому и механическому износу, что снижает интервал обслуживания; при высокой частоте вращения двигателя производительность снижается из-за влияния инерции движущихся частей системы; занимает больше места.

ЭЛЕКТРОННОЕ ЗАЖИГАНИЕ

Электронной называется система зажигания, в которой создание и распределение тока высокого напряжения по цилиндрам двигателя осуществляется с помощью электронных устройств. Конструкция электронной системы зажигания включает традиционные элементы: источник питания, выключатель зажигания, катушку, свечи, провода высокого напряжения. Кроме этого, система включает следующие элементы управления: входные датчики, электронный блок управления, исполнительное устройство – воспламенитель.

Принцип работы электронного зажигания следующий. В соответствии с сигналами датчиков электронный блок управления вычисляет оптимальные параметры работы системы. Осуществляется

управляющее воздействие на воспламенитель, который обеспечивает подачу напряжения на катушку зажигания. В цепи первичной обмотки катушки зажигания начинает протекать ток.

При прерывании напряжения, во вторичной обмотке катушки индуцируется ток высокого напряжения. По высоковольтным проводам или непосредственно с катушки зажигания ток высокого напряжения подается к соответствующей свече зажигания. Создающаяся искра в свече зажигания воспламеняет топливно-воздушную смесь.

При изменении скорости вращения коленчатого вала двигателя датчик частоты вращения коленчатого вала двигателя и датчик положения распределительного вала подают сигналы в электронный блок управления, который в свою очередь осуществляет необходимое изменение угла опережения зажигания.

При увеличении нагрузки на двигатель управление углом опережения зажигания осуществляется с помощью датчика массового расхода воздуха. Дополнительную информацию о процессе воспламенения и сгорания топливно-воздушной смеси дает датчик детонации.

Преимущества – точность подачи искры и её сила не зависят от частоты вращения двигателя; гибкость, адаптируется под любой режим работы.

Недостатки – сложность системы зажигания; высокая стоимость.

СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ВЫСОТОЙ ПОДЪЕМА КЛАПАНА VALVETRONIC

Гуцко А. Д., студ., Петрученко А. Н., канд. техн. наук, доц.,
Белорусский национальный технический университет,
г. Минск, Республика Беларусь

Первый автомобиль, в двигателе которого был реализован новый подход в системе газораспределения был представлен в 2001 году. Технология непосредственного впрыска топлива позволяет значительно увеличить мощность двигателя, но побочным эффектом этого является повышенный уровень вредных выбросов в окружающую среду. До создания системы Valvetronic на автомобилях БМВ, как и на всех других автомобилях, использовалась дроссельная заслонка, регулирующая поступление топливной смеси. Платой за надежную работу этого узла является неэкономный расход топлива и предельно высокий уровень вредных выбросов. Инженеры БМВ приняли решение отказаться от дроссельной заслонки, а поступление топливной смеси регулировать за счет изменения высоты подъема клапанов. Перед ними стояла задача разработать устройство, обеспечивающее плавную регулировку высоты подъема клапанов.

Эта задача была решена за счет внедрения эксцентрикового вала, соединенного с электродвигателем. В головке блока цилиндров между двумя распределительными валами установлен третий центральный эксцентриковый вал, который приводится в движение шаговым двигателем. В зависимости от сигнала отдельного управляющего блока с 32-битным 40MHz процессором шаговый двигатель изменяет положение эксцентрикового вала, что увеличивает или уменьшает плечо промежуточного рычага и тем самым задает необходимую свободу перемещения коромысла, с одной стороны опирающемуся на гидротолкатель, а с другой воздействующему на впускной клапан. Этот ролик соединяется с толкателями, которые нажимают на рычаги клапана, отвечающие за открытие клапана. Благодаря этому удалось добиться изменения высоты подъема клапана от 0 до 9 миллиметров. Система Valvetronic управляется компьютером, а величина подъема клапанов зависит от частоты вращения

коленчатого вала: чем она выше, тем выше поднимается клапан и тем интенсивнее подается топливовоздушная смесь. На холостом ходу впускной клапан поднимается на минимальную величину, благодаря чему сокращается величина подачи свежего заряда.

На практике применение системы Valvetronic БМВ привело к экономии топлива и уменьшению уровня выброса вредных соединений с отработанными газами. Испытания системы показали 18-процентную экономию топлива. К тому же система привела к увеличению мощности за счет инерционного эффекта, возникающего при запираании топливной смеси в цилиндрах под большим давлением.

Также система Valvetronic позволила довести двигатели до экологического класса Евро-4, улучшила процесс холодного пуска, повысила плавность кривой мощности и приемистость двигателя. Отказ от дроссельной заслонки (ее роль «аварийной запасной системы» и нахождение все время в полностью открытом состоянии) позволяет снизить насосные потери.

Наличие электропривода позволяет гибко программировать управление клапанами для разных двигателей.

Одним из минусов является увеличение массы системы. Дополнительный электродвигатель является осложнением. Отсутствие вакуума во впускном коллекторе делает необходимым добавление вакуумного насоса для управления тормозами. Эффективность системы резко падает после 6000 об/мин, т.к. за этим рубежом требуются более сильные возвратные пружины клапанов, увеличивающие потери на трение. Двигатели с системой Valvetronic имеют на 15% большую себестоимость за счет большей сложности. Так, усилитель тормозов в них приводится отдельным специальным вакуумным насосом. Сама система Valvetronic собрана в одном блоке и установлена в головке блока цилиндров, что усложняет процесс обслуживания клапанов.

Представленная система не является уникальной, самыми распространенными аналогами в данном направлении можно назвать:

– система управления временем открытия и высотой подъема клапанов VTEC. Используется в двигателях внутреннего сгорания фирмы Honda;

– система управления клапанов – Valvematic. Используется в двигателях внутреннего сгорания фирмы Toyota;

VTEC имеет два режима. В первом каждый клапан управляется своим кулачком (это внешние кулачки в каждой тройке), а в режиме максимальной мощности оба клапана управляются одним центральным кулачком. Основное назначение системы VTEC обеспечение высокой удельной мощности и высокого крутящего момента на низких частотах вращения коленчатого вала. Сравнивая данную систему с системой Valvetronic можно отметить превосходство – это надежность, однако система не дает такого большого спектра регулирования.

Система Valvematic является более эффективной в сравнении с Valvetronic, однако ресурс двигателей с системами Valvetronic значительно выше, чем с Valvematic.

**СЕКЦИЯ «ТЕХНИЧЕСКАЯ ЭКСПЛУАТАЦИЯ
АВТОМОБИЛЕЙ»**

СИСТЕМЫ ЗАРЯДКИ ЭЛЕКТРОМОБИЛЕЙ

Горнак И. В., студ., **Савич Е. Л.**, канд. техн. наук, проф.,
Белорусский национальный технический университет,
г. Минск, Республика Беларусь

В последние годы всё больше набирают популярность электромобили и гибриды. Из-за скорости роста количества электромобилей, автомобильные производители не успели договориться о едином стандарте зарядки такого типа транспорта, поэтому на сегодняшний день существует достаточно большое количество типов разъемов и зарядных станций.

Зарядные станции подразделяются на станции переменного тока или постоянного тока, беспроводной зарядки.

По мощности зарядные станции можно подразделить на следующие:

– для бытовых электрических сетей переменного тока – 230 В до 16 А (3,7 кВт) (часто называют кабелем, так как они имеют малый корпус).

– для ускоренной зарядки от электрических сетей переменного тока – 230 В/400 В от 16 А до 40 А (от 3,7 кВт до 30 кВт).

Быстрая зарядка «Суперчарджер» с постоянным током, подаем питание на аккумуляторную батарею в обход инвертора. Представляет габаритное стационарное оборудование – от 10 кВт до 400 кВт.

Беспроводные зарядки – пока еще не очень распространенные устройства. Сегодня ведётся разработка и тестирование такого способа зарядки. Самое интересное применение этой технологии – в возможности заряжать электромобиль на ходу. В ряде стран, в частности в Великобритании, строят экспериментальные трассы со специальными полосами для безостановочной зарядки. Получают распространение станции замены батарей.

Во многих электромобилях под заправочным лючком можно обнаружить два разъема: один – для зарядки переменным током, второй – для подключения к постоянному току и быстрой зарядки. Учитывая высокие токи и наличие контрольных проводов, получаем довольно массивные разъемы для зарядки. Наиболее распространённые типы зарядных вилок в наши дни: Type 1 J1772; Type 2 (Mennekes); Type 3

CHAdEMO; Type 4 CCSCombo; Type 5 GB/T; Type 6 TeslaSupercharger.

Учитывая темпы развития электромобилей, можно сделать вывод, что это перспективный вид транспорта, а постоянно развивающиеся сети электрозаправок в скором времени позволят без ограничений ездить не только в пределах города, но и на загородных трассах.

УДК 629.113

ПРОГНОЗЫ РАЗВИТИЯ ЭЛЕКТРОТРАНСПОРТА В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ

Жук А. А., студ., **Лагун Е. Н.**, ст. преп.,
Белорусский национальный технический университет,
г. Минск, Республика Беларусь

По прогнозам Международного энергетического агентства (МЭА), к 2030 году будет использоваться 145 млн электромобилей автомобилей. На конец 2020 года количество электромобилей составляло чуть более 11 млн. Одним из приоритетных направлений в промышленности Беларуси на ближайшую перспективу станет развитие электротранспорта.

На конец декабря 2021 в нашей стране на учете числится более 6150 электромобилей. В 2022-м предполагается 25 800, 2023-м – 54 000, 2024-м – 82 800, 2025-м – 112 200.

Правительством РБ утверждена Комплексная Программа развития электротранспорта до 2025 года. Согласно Программе к 2025-му в Минске и областных центрах планируется заменить на электробусы 35 % пассажирского транспорта, а еще через пять лет довести этот показатель до 100 %. Одновременно будет организована сеть электрозаправок на маршрутах движения с созданием супербыстрых зарядных комплексов.

Развитие сети электрозаправочных станций в стране идет опережающими темпами в сравнении с ростом парка электротранспорта. На 1 мая 2021 года их уже было 450. «Белоруснефть» стала нацио-

нальным оператором по развитию в Беларуси сети электрозаправочных станций и до конца 2021 года планирует увеличить до 600 единиц число зарядных станций для электротранспорта. Таким образом будет создана базовая модель сети ЭЗС, позволяющая комфортно и беспрепятственно передвигаться на электромобиле с пробегом 150–200 км по всей территории республики. Оборудование для электрозарядных станций производит ОАО «Витязь» (г.Витебск).

После утверждения программы замены автобусного парка на электрический Malanka будет развивать также зарядную сеть для общественного электротранспорта. Это будут зарядные станции мощностью до 350 кВт, оснащенные дополнительным оборудованием для зарядки именно электробусов.

Сборкой электромобилей в Беларуси занимается компания «Белджи». Как ожидается, первые экземпляры такой техники появятся в продаже в конце этого года. Первой моделью должен стать хэтчбек Geely Geometry C. На одной подзарядке автомобиль сможет проехать до 550 км в зависимости от комплектации. Цена электромобиля составит около 30 тысяч долларов.

К концу 2025 года МАЗ и "Белкоммунмаш" совместными усилиями поставят в города Беларуси еще 1190 новых электробусов. Из них Минск получит 350 единиц, а по областям инновационная техника распределится следующим образом: Брестская – 61 электробус; Витебская – 140; Гомельская – 196; Гродненская – 168; Минская – 125; Могилевская – 150 электробусов.

СИСТЕМА ОХЛАЖДЕНИЯ ЭЛЕКТРОМОБИЛЕЙ

Коржаневский Ю. В., студ., **Савич Е. Л.**, канд. техн. наук. проф.,
Белорусский национальный технический университет,
г. Минск, Республика Беларусь

Систему охлаждения электромобилей можно разделить на три части:

– активная, в которой используется жидкость, которая охлаждает и согревает клетки аккумулятора. Возможны дополнительные подогреватели АКБ (большинство электромобилей);

– активная, использующая воздух, который охлаждает и согревает аккумулятор, но без взаимодействия с отдельными ячейками (возможны дополнительные нагреватели ячеек). При этом может использоваться как отдельный, специально предназначенный для компонентов электрооборудования, так и штатный кондиционер (KiaSoul EV);

– пассивная, с отводом тепла через корпус аккумулятора (NissanLeaf).

Производители электромобилей могут применять одну из перечисленных частей системы или их совокупность.

Активная система охлаждения является наиболее значимой и включает контур жидкостного охлаждения, в который включены все чувствительные компоненты электромобиля, для защиты их от перегрева. Температура охлаждения контролируется и регулируется блоком управления двигателя. В контур жидкостного охлаждения входят следующие компоненты:

- высоковольтная АКБ;
- электропривод трёхфазного тока;
- зарядное устройство высоковольтной батареи;
- блок силовой и управляющей электроники электропривода.

В качестве охлаждающей жидкости используется гликолевый хладагент.

При низких температурах окружающей среды аккумуляторы быстро нагреваются с помощью нагревательного элемента. Это помогает обеспечить гарантированный срок службы батарей. При очень высоких температурах окружающей среды, для охлаждения

батареи дополнительно может быть задействована система кондиционирования воздуха.

Для увеличения срока службы элементов батареи в электромобилях постоянно контролируется напряжение каждой пары элементов и температуру каждого из модулей батареи. Такой контроль позволяет поддерживать все элементы в оптимальном диапазоне напряжения и температуры, что способствует продлению их срока службы.

Теперь британский поставщик автозапчастей Ricardo работает с партнерами над созданием нового типа технологии охлаждения, которая, как надеется компания, позволит заряжать аккумуляторы электромобилей быстрее.

Перспективным является иммерсионное охлаждение, суть которой основана на покрытии батарей диэлектрическим охлаждающим гелем, называемым MIVOLT, который используется в качестве электрической изоляции в других областях. Это технология может продлевать срок службы батареи в электромобилях, позволяет заряжать АКБ более высокими значениями тока, не перегревая их, и потенциально сокращает время зарядки.

УДК 537.81,629.11.02/.098

ШАГОВЫЕ ДВИГАТЕЛИ, КАК ОБЪЕКТ ДИАГНОСТИРОВАНИЯ

Куц А. Д., студ., **Гурский А. С.**, канд. техн. наук. доц.,
Белорусский национальный технический университет,
г. Минск, Республика Беларусь

Шаговые двигатели (steppermotors) – это одна из разновидностей бесщеточных (бесколлекторных) двигателей постоянного тока. Их основное отличие в том, что при подаче на обмотки двигателя импульса напряжения поворот его ротора осуществляется на некоторый угол (шаг). Шаг определяется конструктивными особенностями двигателя и схемой его управления. Если мощность поданного импульса достаточна для сдвига ротора с подсоединенной к нему нагрузкой, то

в общем случае шаг сдвига ротора не зависит от величины тока обмоток. Момент силы, развиваемый двигателем, зависит от величины тока в обмотках и от длительности поданного на них импульса и максимален на минимальной скорости вращения. Шаговый двигатель позволяет осуществлять позиционирование ротора с точностью до долей градуса.

Подключение. Шаговые двигатели требуют особых, совершенно иных, чем коллекторные или многофазные двигатели, схем управления. Вариант схемы управления биполярным двигателем с напряжением до 50 В и током до 5,6 А, который использовался во время проектирования стенда для проверки шаговых двигателей приведен на рисунке 1.

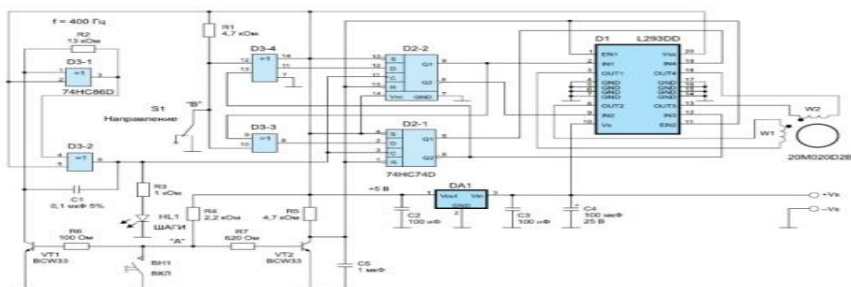


Рисунок 1 – Схема управления биполярного шагового двигателя

Проверка шаговых двигателей. Проверить работоспособность шагового двигателя можно с помощью специального стенда, сконструированного для тестирования шаговых двигателей.

Применение в автомобилях. Шаговые двигатели применяются в системе управления двигателем: привод клапана холостого хода, привод клапана ЕГР, привод вихревых заслонок, а также в приводах электронной регулировки сидений и руля.

АНАЛИЗ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ И МЕХАНИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ЭЛЕКТРОМОБИЛЯ ФОЛЬКСВАГЕН Е-UP

Малейко А. Ф., студ., **Гурский А. С.**, канд. техн. наук. доц.,
Белорусский национальный технический университет,
г. Минск, Республика Беларусь

Volkswagene-up имеет мощность 83 л. с, автоматическую коробку передач, тип топлива – электричество, емкость батареи 32 кВт·ч, передний привод, автомобиль набирает первые 100 км за 11,9 секунд.

К основным электрическим и механическим параметрам относятся: мощность электродвигателя: которая составляет 61 кВт (второе поколение) и 60 кВт (первое поколение) и максимальный крутящий момент отличается всего лишь на 2 Н·м в пользу второго поколения. Разница небольшая, но благодаря этому и другим факторам автомобиль во второй версии может развивать максимальную скорость на 5 км больше чем первое поколение и набирать первую 100 км за 11,9 с (предшественнику на это требовалось 12,4 с).

Одним из самых главных улучшений стала батарея емкостью 32.3 кВт·ч, которая заменила первоначальный вариант на 18.7 кВт·ч, в результате запас хода увеличился до 260 км, хотя в первом поколении составлял всего 160 км. Средняя потребление электроэнергии составляет 12,7 кВт·ч на 100 км пути.

Тип аккумулятора: при отрицательных температурах литий-ионный аккумулятор показывает себя гораздо лучше, чем свинцово-кислотный и аккумулятор на основе никеля. Его можно заряжать при более низких температуры гораздо безопаснее чем остальных. При более высоких температурах литий-ионные аккумуляторы показывают себя тоже неплохо.

Время зарядки: исходя из графика, можно сделать вывод что батарея Volkswagene-up устроена таким образом, что при зарядке ее постоянным током с увеличением процента заряженности батареи, падает скорость зарядки.

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МЕХАНИЗИРОВАННОЙ НАПЛАВКИ В ЗАЩИТНЫХ ГАЗАХ

Лагун К. И., студ., **Буйкус К. В.**, канд. техн. наук, доц.,
Белорусский национальный технический университет,
г. Минск, Республика Беларусь

Использование смесей защитных газов аргона, гелия и диоксида углерода обеспечивает повышение производительности и снижение разбрызгивания при механизированной наплавке плавящимся электродом.

Предлагается осуществлять попеременную подачу газов с частотой переключения в диапазоне от 1 до 50 Гц при фиксированной или регулируемой длительности импульсов подачи газов.

Наплавка стальных покрытий с переменной подачей защитных газов обеспечивает повышение прочности наплавленного слоя на 20 %, ударной вязкости на 15 %.

При наплавке плавящимся электродом алюминиевых сплавов наблюдается снижение окисных включений и пористости на 25 %. При этом размер остаточных пор уменьшается с 0,8 до 0,3 мм.

При наплавке высокоуглеродистых инструментальных сталей пластичность и прочность наплавленного валика повышается, что уменьшает вероятность появления горячих трещин характерных для импульсно-дуговой наплавки в среде гелия без использования устройства. Улучшение механических характеристик связано с образованием значительного количества игольчатого феррита.

ПОВЫШЕНИЕ ПЛОТНОСТИ ПОРОШКОВЫХ ПОКРЫТИЙ В ПРОЦЕССЕ ЦЕНТРОБЕЖНОГО ИНДУКЦИОННОГО ПРИПЕКАНИЯ

Палазник В. В., студ., **Буйкус К. В.**, канд. техн. наук, доц.,
Белорусский национальный технический университет,
г. Минск, Республика Беларусь

Предложена технология уплотнения порошковых покрытий на наружных и внутренних поверхностях деталей с использованием уплотняющих и калибрующих элементов в процессе центробежного индукционного припекания слоя к поверхности.

При припекании порошковых покрытий на внутренние поверхности деталей формирование связей частиц порошка между собой и с поверхностью детали осуществляется при активирующем воздействии центробежных сил, имеющих относительно небольшую величину. Для повышения производительности технологического процесса, физико-механических и эксплуатационных свойств покрытий, применяют уплотняющие и калибрующие элементы, позволяющие уплотнять покрытия на плоских, полукруглых и цилиндрических поверхностях.

Движение калибрующих элементов осуществляется воздействием центробежных сил за счет силы упругости предварительно сжатой пружины или механическим действием на калибрующий элемент. При нанесении покрытий на наружные поверхности цилиндрических деталей их уплотнение обеспечивается С-образными пуансонами, движение которых осуществляется под действием центробежных сил.

Использование уплотняющих и калибрующих элементов в процессе центробежного индукционного припекания слоя к поверхности позволяет повысить физико-механические свойства покрытий и снизить трудоемкость их механической обработки.

СРАВНЕНИЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ЭЛЕКТРОМОБИЛЕЙ TESLA

Рубаха А. В., студ., **Буйкус К. В.**, канд. техн. наук, доц.,
Белорусский национальный технический университет,
г. Минск, Республика Беларусь

В данной работе были изучены основные энергетические параметры электромобилей Tesla за 14 лет.

Средняя мощность первых 10 модификаций составило 427 л. с., а последних 10 модификаций – 527 л. с. За 14 лет существования Tesla в среднем увеличила мощность своих моторов на 100 л. с. или на 23,4 %.

Пробег на одной зарядке у автомобилей Tesla составляет от 306 до 970 км. В среднем электромобили Tesla демонстрируют пробег на одной зарядке в 471,1 км.

Были выбрано 10 авто с самым большим пробегом на одной зарядке и 10 авто с самым маленьким пробегом на одной зарядке (среди модельного ряда Tesla).

Мы выяснили, что в более новых разработках Tesla улучшила все основные характеристики практически вдвое, а также значительно повысила емкость батареи, что позволило не только сохранить, но и увеличить показатель пробега без подзарядки.

Так же мы проанализировали 10 самых экономичных и 10 наименее экономичных автомобилей Tesla, чтобы выяснить, какие факторы больше всего влияют на расход.

Очевидно, что увеличение мощности и крутящего момента двигателя увеличивают потребление электроэнергии у автомобилей Tesla. Также на показатель расхода влияет вес автомобиля. Для компенсации большого расхода в Tesla премиального ряда устанавливаются гораздо более емкие аккумуляторы.

УДК 629.113

ВОССТАНОВЛЕНИЕ ПРЕЦИЗИОННЫХ ДЕТАЛЕЙ ТОПЛИВНОЙ АППАРАТУРЫ ДВС НАНЕСЕНИЕМ ПОКРЫТИЙ НА ОСНОВЕ АЛМАЗОПОДОБНОГО УГЛЕРОДА

Беспалов С. В., студ., **Буйкус К. В.**, канд. техн. наук, доц.,
Белорусский национальный технический университет,
г. Минск, Республика Беларусь

Проведен анализ методов восстановления изношенных поверхностей прецизионных деталей ДВС. Предложено на указанные детали наносить покрытия на основе алмазоподобного углерода. Покрытия наносят методом конденсации ускоренной углеродной плазмы импульсного дугового разряда в вакууме. В качестве распыляемого материала применяется графит высокой чистоты. Получаемые таким образом на промышленных установках типа УВНИПА-1-001 алмазоподобные покрытия обладают преимущественно квази-аморфной структурой, имеют микротвердость до 100 ГПа, плотность 3,2–3,5 г/см³, низкий коэффициент трения с металлами, хорошую адгезию к стальным подложкам. Благодаря этим свойствам, такие покрытия, нанесенные на твердую основу, даже при небольших толщинах обладают сверхвысокой износостойкостью и масло-удерживающей способностью.

Технологические приемы позволяют получать покрытия с оптимальными механическими свойствами для использования их на деталях топливной аппаратуры. Было установлено, что применение покрытий на основе алмазоподобного углерода полностью защищает стальную деталь от изнашивания даже в жестких условиях ускоренных испытаний. При замене традиционно используемых хромовых на покрытия на основе алмазоподобного углерода показатели надежности топливной аппаратуры не ухудшаются. Стоимость восстановления детали покрытием на основе алмазоподобного углерода примерно на 50 % меньше, чем стоимость восстановления хромированием. В условиях массового производства это даст значительный экономический эффект.

ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ И ПРИНЦИП ДЕЙСТВИЯ СОВРЕМЕННОЙ СПУТНИКОВОЙ НАВИГАЦИИ

Листратова А. А. студ., **Гурский А. С.**, канд. техн. наук. доц.,
Белорусский национальный технический университет,
г. Минск, Республика Беларусь

Спутниковые навигационные системы (СНС) обеспечивают решение навигационных задач в телематических системах на основе приема и обработки сигналов специальных навигационных спутников.

Функционирование глобальных навигационных спутниковых систем заключается в следующем. Расстояние до спутника определяется путем измерения промежутка времени, который требуется радиосигналу, чтобы дойти от спутника до приемника. Как спутник, так и приемник генерируют один и тот же псевдослучайный код строго одновременно в общей шкале времени. Определение времени распространения сигнала осуществляется путем сравнения запаздывания его псевдослучайного кода по отношению к такому же коду приемника. Для определения расстояния до спутника необходимо вычисленное время задержки дальномерного кода умножить на скорость света в пространстве. Для определения координат нахождения объекта необходимо минимум четыре спутника, с которых одновременно считывается информация.

На сегодняшний день действуют три глобальные СНС: GPS (GlobalPositioningSystem, США), ГЛОНАСС (Глобальная Навигационная Спутниковая Система, Россия), GALILEO (Европейский союз совместно с Европейским космическим агентством).

СНС ГЛОНАСС и GPS включают в себя 24 рабочих и 3 резервных спутника, СНС GALILEO – 27 рабочих и 3 резервных. Спутники распределены по 3 круговым орбитам для ГЛОНАСС и GALILEO, и по 6 для GPS. Для разделения сигналов навигационных спутников в системе ГЛОНАСС применяется частотный способ, в GPS – кодовый, в GALILEO – кодово-частотный.

УДК 621.87.007.67

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ НАНЕСЕНИЯ НА ДЕТАЛИ ВЫПУСКНОЙ СИСТЕМЫ ДВИГАТЕЛЕЙ АВТОМОБИЛЕЙ ТЕРМО-КОРРОЗИОННОСТОЙКИХ ПОКРЫТИЙ СИСТЕМЫ Al-Fe

Криулько В. А., студ., **Лойко В. А.**, канд. техн. наук. доц.,
Белорусский национальный технический университет,
г. Минск, Республика Беларусь

Для защиты от коррозии деталей, работающих при повышенных температурах, обычно наносят в вакууме алюминиевые покрытия. Однако эрозионные, прочностные и механические характеристики их недостаточно высоки, в то время как покрытия из интерметаллидов никель-алюминия и железа-алюминия обладают требуемым комплексом свойств.

Важнейшим требованием к термо-коррозионноустойчивым покрытиям является прочная адгезионная связь защитного слоя с основой, обеспечивающая покрытие выполнение функции защиты основного металла конструкции.

Алюминиды железа благодаря их дешевизне, высокой коррозионной стойкости, износостойкости и твердости используют в автомобилестроении, как заменители нержавеющей стали при восстановлении систем выхлопа автомобилей, в качестве покрытий клапанов автомобильных двигателей, работающих при температурах до 680 °С. Поэтому исследование процессов формирования на поверхностях изделий из сплавов железа интерметаллидных слоев Al-Fe представляется важным и актуальным.

Целью работы являлось оценка возможности получения и основных характеристик интерметаллидных Al-Fe покрытий на поверхности Fe низкотемпературным плазменно-вакуумным напылением Al с последующей термической обработкой в условиях ионной бомбардировки.

Камера откачивалась до предельного вакуума $1 \cdot 10^{-3}$ Па, затем образцы обрабатывали потоком ионов аргона из источника ионов «Радикал» ($P_{Ar} = (2-5) \cdot 10^{-2}$ Па, $U = 4$ кэВ). Температура контролировалась пирометром и составляла на момент осаждения 150–200 °С.

Слой Al толщиной 10–25 мкм наносили тремя независимыми электродуговыми источниками, установленными радиально в горизонтальной плоскости к центру вакуумной камеры (Рост. = 10^{-3} Па, $I_{\text{дуг.}} = 40\text{--}70\text{ А}$, $U_{\text{п.}} = 50\text{--}100\text{ В}$). Заданная толщина слоя обеспечивалась контролем времени осаждения покрытия. Затем к образцам с Alпокрытием прикладывали отрицательный потенциал смещения 1–2,5 кВ и поверхностный слой разогревали бомбардировкой ускоренными ионами Al до температуры, при которой визуально наблюдается экзотермическая реакция синтеза интерметаллида ($0,6\text{--}0,7 \cdot T_{\text{пл. Al}}$). Проведенными исследованиями установлена возможность получения попредложенной технологии интерметаллидных фаз Feх-Al переменного по толщине слоя состава с адгезионной прочностью 1,2–2,0 ГПа, микротвердостью от 5,8 ГПа до 9,5 ГПа, слои имеют удовлетворительные триботехнические характеристики, значительно улучшающие поверхностные свойства (твердость, адгезионную прочность и другие характеристики) и могут опробованы в качестве покрытий теплонагруженных деталей двигателей.

УДК 378.147.34

АНАЛИЗ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ И МЕХАНИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ЭЛЕКТРОМОБИЛЯ ФОЛЬКСВАГЕН Е-ГОЛЬФ

Лабанов Р. П., студ., **Гурский А. С.**, канд. техн. наук. доц.,
Белорусский национальный технический университет,
г. Минск, Республика Беларусь

Volkswagen E-Golf выпускается с 2015 года. На тот момент он имел следующие основные характеристики:

- электромотор мощность 115 л. с. и крутящий момент 270 Н·м;
- аккумуляторная батарея – 24,2 кВт·ч.

Однако на текущий момент Volkswagen предложил рестайлинговую версию данного автомобиля с электродвигателем мощностью 134 л.с и крутящий момент 290 Н·м, а аккумуляторная батарея 35,8 кВт·ч, позволяющая преодолеть более 300 км на одном заряде.

Процесс зарядки на от 0 до 80 % на станции с возможностью быстрой зарядки занимает 1 час. Автомобиль разгоняется до 60 км/ч за 4 секунды, а 100 км/ч за 9,6 секунды. Максимальная скорость составляет 150 км/ч. Рестайлинговая версия основана на платформе MQB, что позволило расположить аккумуляторы в разных частях кузова, что позволило увеличить багажный отсек и пространство для водителя и пассажиров. Подвеска полностью взята от VW Golf с двигателем внутреннего сгорания, который является лидером своего класса, благодаря сбалансированной ходовой части. Рулевое управление представлено электроусилителем, а тормозная система – дисковыми тормозами всех колес.

Volkswagen e-Golf включен в систему Car-Net – службу экстренного оповещения об аварии.

УДК 629.113

НАНЕСЕНИЕ КЕРАМИЧЕСКИХ ПОКРЫТИЙ НА ПОРШНИ ДВС МЕТОДОМ АНОДНОГО МИКРОДУГОВОГО ОКСИДИРОВАНИЯ

Белько А. В., студ., **Буйкус К. В.**, канд. техн. наук, доц.,
Белорусский национальный технический университет,
г. Минск, Республика Беларусь

Предложена технология нанесения керамических теплостойких покрытий на сложнопрофильной поверхности поршней ДВС, изготовленных из силумина, методом анодного микродугового оксидирования.

Формируемое покрытие является корундовой керамикой. Толщина покрытия может варьироваться от 1 до 200 мкм. Удельная нагрузка при требуемой на поршнях толщине защитного слоя в 60–80 мкм достигает 10 МПа. Формируемое покрытие по сравнению со сталью 45 имеет в разы более высокую износостойкость. Теплостойкость формируемого покрытия на 32 термоцикла достигает 520 °С. При этом шероховатость покрытия сопоставима с шероховатостью

подложки. Регулируемая объемная пористость, достигаемая обработкой в различных электролитах, находится в пределах 2–25%.

Нанесение теплостойкого покрытия на днищах и камерах сгорания поршней высокофорсированных ДВС приводит к возрастанию срока их службы и повышению моторесурса двигателя.

УДК 629.113

ВОССТАНОВЛЕНИЕ ИЗНОШЕННОГО ВАЛА С ПОМОЩЬЮ ИЗНОСОСТОЙКОЙ ВТУЛКИ

Чернобай М. Д., студ., **Изоитко В. М.**, канд. техн. наук, доц.,
Белорусский национальный технический университет,
г. Минск, Республика Беларусь

Существует лёгкий и недорогой способ устранения следов износа на валу. Используя износостойкие втулки. Данные втулки избавляют от необходимости производить разборку машины для снятия вала и тем самым значительно сократить время простоя и ремонта. К преимуществу износостойких втулок можно отнести, что стенка втулки имеет толщину всего 0,28 мм.

Процедура установки не представляет трудностей. Для начала необходимо очистить уплотняемую поверхность вала. Удалить любые заусеницы или неровные участки (рисунок 1). И удостовериться, что втулка не будет устанавливаться сверху на шпоночные пазы, отверстия, шлицы или подобные места.

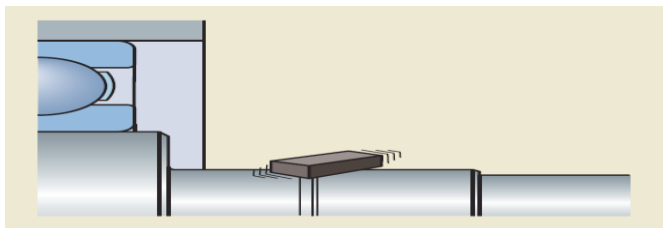


Рисунок 1 – Удаление неровных участков

Провести замеры в трёх сечениях по длине вала и рассчитать среднее значение. Если среднее значение находится в допустимом диапазоне для данного размера втулки, то будет обеспечена плотная посадка втулки на валу без использования клея для предотвращения её проворота.

Если на валу имеются глубокие царапины, они заполняются порошковым металлическим эпоксидным наполнителем. Втулка устанавливается на вал фланцевым концом вперёд. Затем размещают на втулке монтажный инструмент (рисунок 2).

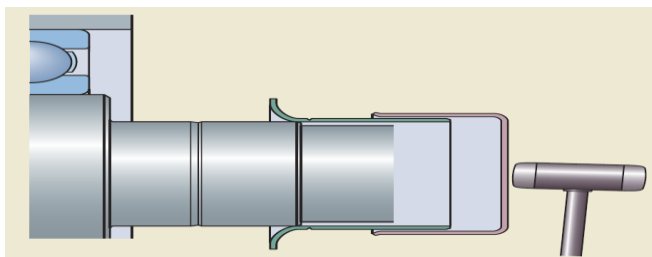


Рисунок 2 – Размещение монтажного инструмента

Если монтажный инструмент слишком короткий, можно использовать отрезок трубы с обработанным концом без заусенцев (рисунок 3).

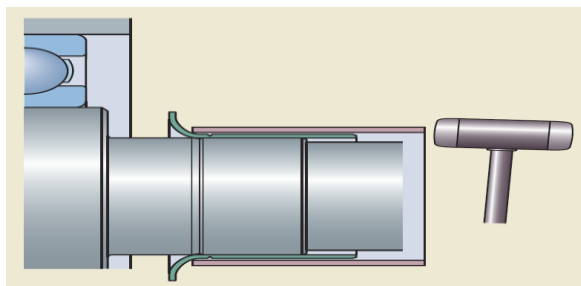


Рисунок 3 – Отрезок трубы с обработанным концом

После установки втулки рекомендуется ещё раз проверить на наличие заусенцев, которые могут повредить уплотнение. Перед установкой уплотнения необходимо нанести на втулку смазочный материал, используемый в системе смазывания. И в конце процесса установить торцевую крышку с новым уплотнением (рисунок 4).

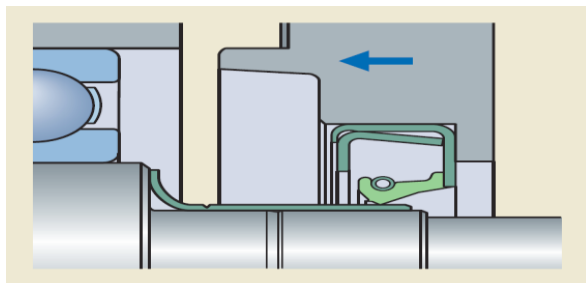


Рисунок 4 – Установка торцевой крышки с уплотнением

Существуют износостойкие втулки большого диаметра. Перед установкой на вал втулка нагревается равномерно до температуры приблизительно 180 °С, например, индукционным нагревателем. Втулку следует установить на вал сразу после нагрева, так как она быстро охлаждается и может занять неправильное положение на валу.

УДК 629.113

ВОССТАНОВЛЕНИЕ ЛИТЬЕМ БИМЕТАЛЛИЧЕСКИХ ВКЛАДЫШЕЙ ОПОР КОЛЕНЧАТЫХ ВАЛОВ

Новиков Р. В., студ., **Буйкус К. В.**, канд. техн. наук, доц.,
Белорусский национальный технический университет,
г. Минск, Республика Беларусь

Предложен способ восстановления биметаллических вкладышей опор коленчатых валов и нижней головки шатуна ДВС и поршневых компрессоров. Согласно технологии, рабочий компонент в жидкофазном состоянии заливается во вращающуюся форму, образованную двумя полукольцами стальных подложек вкладышей.

Особенностью процесса также является то, что подложка перед заливкой рабочего компонента разогревается токами высокой ча-

стоты до температуры, равной 40 % температуры плавления. Высокая температура на границе раздела сплавов обеспечивает диффузионную активность металлов.

Центростремительное распределение расплавленного рабочего компонента по поверхности подложки позволяет наносить покрытие с минимальными припусками на последующую механическую обработку.

УДК 378.147.34

РЕМОНТ ВЫСОКОВОЛЬТНОЙ АККУМУЛЯТОРНОЙ БАТАРЕИ

Асулян Е. А., студ., **Гурский А. С.**, канд. техн. наук. доц.,
Белорусский национальный технический университет,
г. Минск, Республика Беларусь

Ремонт высоковольтной аккумуляторной батареи имеет смысл только если аккумулятор не повреждён полностью. Диагностика поможет вам выявить те компоненты АКБ, которые уже не могут показать требуемую ёмкости. Суть ремонта электронакопителя заключается в нахождении отработавших деталей и их последующей замене.

Разряжаем батарею и измеряем с помощью сканера напряжение на каждом модуле. После записываются номера модулей, на которых была зафиксирована значительная просадка напряжения. Далее накопитель разбирают и проводят проверку каждой составляющей под нагрузкой – вычисляются компоненты, не выдерживающие эту самую нагрузку.

После диагностики повреждённые элементы заменяют на исправные, электроаккумулятор собирается и монтируется обратно. Далее требуется сброс данных о ёмкости АКБ и количестве зарядок/разрядок. Для сброса информации подойдёт обыкновенный профессиональный сканер.

Далее блок управления электронакопителя считывает фактическую ёмкость источника питания. Однако считывание ёмкости электроаккумулятора, как правило, занимает много времени и более того, должно протекать исключительно при температуре не ниже +10 °С.

Данные операции по ремонту аккумулятора актуальны только при частичном повреждении, однако при обширном повреждении ячеек следует заменить накопитель на новый.

УДК 378.147.34

ПОДГОТОВКА МЕХАТРОНИКОВ ПО ОБСЛУЖИВАНИЮ ЭЛЕКТРОМОБИЛЕЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ИНТЕРАКТИВНОГО ОБУЧЕНИЯ

Журавлёв А.С., студ., **Гурский А. С.**, канд. техн. наук. доц.,
Белорусский национальный технический университет,
г. Минск, Республика Беларусь

В современной форме подготовки специалистов определяют три формы обучения: активная, пассивная, интерактивная.

Пассивная форма предполагает единственное действующее лицо – преподаватель. Активная форма – двухстороннее взаимодействие преподавателя и студента. Интерактивная форма вносит возможность взаимодействия групп или отдельных студентов. Данная форма помогает преподавателю заинтересовать студентов темой занятий, привлечь их внимание и интерес к исследуемой темой.

Для интерактивной формы часто используются системы управления обучением или учебным содержанием (Electude, Moodle). Данные системы помогают преподавателю сэкономить время на взаимодействии со студентами. Также в них существуют готовые курсы для обучения студентов по направлениям.

Для подготовки мехатроников по обслуживанию электромобилей возможно использовать виртуальные симуляторы обучения и VR-кабинеты (VR – виртуальная реальность). Они позволяют использовать дорогостоящее оборудование, инструменты, стенды без финансовых рисков для учебного заведения. Характеристики и модель может изменяться преподавателем под тему занятия. Использование готовых курсов экономически выгоднее, чем закупка оборудования в лаборатории и кабинеты.

Интерактивная форма позволит студентам работать совместно, искать неисправности и обсуждать всё в реальном времени, а главное не мешать друг другу в процессе работы, что существенно увеличит эффективность обучения.

УДК 621.81.004.67

ВОССТАНОВЛЕНИЕ ДЕТАЛЕЙ АВТОМОБИЛЕЙ ХОЛОДНЫМ ГАЗОДИНАМИЧЕСКИМ НАПЫЛЕНИЕМ

Мороз М. А., студ., **Лойко В. А.**, канд. техн. наук. доц.,
Белорусский национальный технический университет,
г. Минск, Республика Беларусь

Для повышения ресурса и работоспособности деталей машин необходима эффективная защита их поверхностей от износа, коррозии и других воздействий. Среди множества способов применяется новый метод напыления покрытий, основанный на использовании холодного сверхзвукового потока газопорошковой смеси. Преимущества метода холодного газодинамического напыления (ХГН) по сравнению с другими методами высокотемпературного напыления:

- отсутствие нагрева до высоких температур позволяет использовать порошки с мелкой фракцией (диаметр частиц менее 40 мкм) и, соответственно, обеспечить уменьшение пористости, однородности структуры, снизить минимальную толщину покрытия;

- возможность напыления механических смесей материалов, существенно отличающихся по температуре плавления и получить слои по свойствам максимально приближенными к исходному присадочному материалу;

- незначительное термическое воздействие на подложку позволяет наносить покрытия на любые металлы и сплавы, в т. ч. легкоплавкие, избежать термических напряжений, коробления и формировать покрытия на изделиях со стенками малой и большой толщины;

- простота технологического оборудования, малая энергоёмкость, экологическая безопасность процесса.

Это позволяет восстанавливать геометрические размеры деталей, а также проводить восстановление защитных противокоррозионных покрытий.

Соотношение компонентов покрытия, определяемое требованиями к покрытию, устанавливают на стадии его разработки и испытаний. Содержание керамики в порошковом материале является существенным фактором, обуславливающим адгезионную прочность покрытия. Обычно содержание керамики в покрытии может быть задано в диапазоне от 2 до 25 %.

Толщина покрытий может быть любой от 0,01 до 50 мкм при хорошей равномерности. Образование новых покрытий методом ХГН происходит в результате предварительного ускорения напыляемых частиц до сверхзвуковой скорости и их соударения с материалом-подложкой. При преобразовании кинетической энергии в тепло наносимый материал взаимодействует с подложкой, что обеспечивает повышенную адгезию к металлическим поверхностям, а также придает различным конструктивным материалам широкий набор функциональных свойств.

В настоящее время метод ХГН активно развивается в научно-исследовательских институтах и внедряется в производство.

УДК 629.113

ВОССТАНОВЛЕНИЕ ПАРАБОЛИЧЕСКИХ РЕССОР ПРОКАТКОЙ

Демидовец А.М., студ., **Буйкус К. В.**, канд. техн. наук, доц.,
Белорусский национальный технический университет,
г. Минск, Республика Беларусь

Обычным методом восстановления рессорных листов подвески автомобилей является отжиг, гибка, закалка и отпуск. Однако в результате значительно снижается усталостная прочность материала листов.

Для получения высокой усталостной прочности предлагается проводить прокатку листов при низких температурах нагрева и давлениях металла на валки, а также минимальных величинах переднего натяжения.

Указанные условия могут быть реализованы при прокатке с рассогласованием окружных скоростей валков. С увеличением степени рассогласования окружных скоростей валков наступает критическое состояние, скорость выхода листа равна окружной скорости ведущего валка, при этом очаг деформации будет состоять из зоны сдвига и зоны отставания. Дальнейшее увеличение приводит к пробуксовке ведущего валка относительно листа и невозможности прокатки без дополнительного введения энергии, т. е. применения переднего натяжения листа.

Наиболее оптимальным является способ прокатки, когда рассогласование окружных скоростей валков близко к критическому.

При прокатке листов параболического профиля степень деформации изменяется от нуля в середине листа до максимальной на ее концах, т. е. является переменной. Чтобы устранить указанные противоречия прокатку параболических полос следует производить при рассогласовании окружных скоростей валков, соответствующем максимальной степени деформации листа, а для стабилизации процесса переднему концу полосы необходимо принудительно обеспечить скорость, равную окружной скорости ведущего валка.

**БЕСКОНТАКТНОЕ ВИБРОДИАГНОСТИРОВАНИЕ
АГРЕГАТОВ АВТОМОБИЛЯ**

Беспалов С. В., студ., **Буйкус К. В.**, канд. техн. наук, доц.,
Белорусский национальный технический университет,
г. Минск, Республика Беларусь

Предложен радиоволновый бесконтактный виброметр для диагностирования механических узлов агрегатов автомобиля. Диагностирование заключается в облучении электромагнитной волной микроволнового диапазона вибрирующего объекта, приеме отраженного излучения и интерферометрическом методе измерения. В прибор введен имитатор вибраций, амплитуда и частота которого известны. Моделируя зондирующий сигнал встроенным имитатором и облучая им контролируемый вибрирующий объект, виброметр принимает сигнал и разлагает его на гармонические составляющие с помощью преобразования Фурье. Сравнивая преобразованные составляющие с известным значением гармонической составляющей имитатора, определяют все амплитуды и частоты гармонических составляющих вибрирующего объекта, при этом исключаются погрешности контроля, связанные с расстоянием и формой объекта. Также нет необходимости в специальной подготовке контролируемой поверхности или всего исследуемого узла. Измерения могут осуществляться на расстоянии до метра от первичного преобразователя прибора.

Бесконтактный виброметр контролирует амплитуду вибраций (биений) в диапазоне от 1 до 100 мкм с погрешностью не более $1 \pm 0,03$ % и одновременно частоту вращения валов и дисков. Погрешность измерения частоты вращения не превышает 10 мин^{-1} в диапазоне от 500 до 100000 мин^{-1} .

**СЕКЦИЯ «ГИДРОПНЕВМОАВТОМАТИКА
И ГИДРОПНЕВМОПРИВОД»**

ЭНТРОПИЯ КАК КРИТЕРИЙ ОЦЕНКИ ИНФОРМАТИВНОСТИ ДИАГНОСТИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ РАСПОЗНАВАНИЯ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ГИДРОСИСТЕМ

Скробот А. Д., студ., Жилевич М. И., канд. техн. наук, доц.,
Белорусский национальный технический университет,
г. Минск, Республика Беларусь

Выбор необходимого количества диагностических признаков гидросистемы зависит от метода диагностирования и глубины поиска дефекта. Одно из направлений решения задачи – применение положений теории информации. Главный принцип - диагностическая ценность признака определяется информацией, которая вносится признаком в систему технических состояний. Использование неинформативных признаков создает помехи при распознавании технического состояния гидросистемы и снижает эффективность диагностирования из-за затрат времени на анализ бесполезной информации.

Количество информации о состоянии системы (диагнозе D) – разность неопределенностей системы до и после получения информации. Степень неопределенности состояния системы характеризуется энтропией. Если начальная энтропия $H(D)$, а после получения информации – $H^*(D)$, то внесенное количество информации $J = H(D) - H^*(D)$.

Неопределенность системы зависит от числа n ее возможных состояний и возрастает с увеличением n (например, монета, кубик). Однако энтропия зависит не только от n , но и от вероятности появления событий. Например, для системы с априорными вероятностями $P(D_1) = 0,98$ и $P(D_2) = P(D_3) = 0,01$ с большой вероятностью можно утверждать, что она находится в состоянии D_1 , и неопределенность близка к нулю. Если все априорные вероятности состояний системы равны, энтропия системы максимальна и соответствует наибольшей неопределенности.

В теории информации энтропия отдельного состояния определяется по выражению $H(D_i) = \log(1/P(D_i))$. Как правило, используют

двоичные логарифмы, и в качестве единицы энтропии выступает неопределенность системы, имеющей два возможных равновероятных состояния (бит).

Энтропия всей системы, имеющей n возможных состояний с вероятностями $P(D_1), \dots, P(D_n)$:

$$H(D) = \sum_{i=1}^n P(D_i) \cdot H(D_i) = \sum_{i=1}^n P(D_i) \cdot \log_2 \frac{1}{P(D_i)} = - \sum_{i=1}^n P(D_i) \cdot \log_2 P(D_i)$$

УДК 629.11
**ДИАГНОСТИЧЕСКИЙ ВЕС РЕАЛИЗАЦИИ ЗНАЧЕНИЯ
ДИАГНОСТИЧЕСКОГО ПАРАМЕТРА В УСТАНОВЛЕНИИ
ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ГИДРОПРИВОДА**

Лашак Н. Г., студ., **Жилевич М. И.**, канд. техн. наук, доц.,
Белорусский национальный технический университет,
г. Минск, Республика Беларусь

При диагностировании гидравлических приводов машин информацию об их техническом состоянии (система диагнозов D) получают с помощью наблюдения за системой признаков (сигналов) K , т. е. информацию о состоянии системы D получают наблюдением за системой K .

Среднюю величину этой информации $J_D(K)$, или информативность системы K относительно системы D , можно определить, как разность первоначальной энтропии $H(D)$ системы D и энтропии $H(D/K)$ после того, как стало известно состояние системы сигналов K : $J_D(K) = H(D) - H(D/K)$

В процессе эксплуатации гидропривода конкретные значения диагностического параметра могут находиться в некотором диапазоне (диагностическом интервале), определенном техническими условиями. Эти диапазоны называют разрядами признаков. Конкретную реализацию диагностического признака из системы признаков K обозначают k_{js} , где j – номер диагностического признака; s – номер диагностического интервала. Простым признаком называется результат

обследования, который может быть выражен одним из двух символов (двоичным числом) – наличие или отсутствие проявления признака. Сложным признаком разряда m называют результат обследования, когда значение диагностического параметра может быть выражено одним из m диапазонов.

Для оценки значимости (полезности) проявления конкретной реализации диагностического признака в процессе распознавания технического состояния (диагноза) D_i , используют ее диагностический вес, который представляет собой информацию, которой обладает эта реализация. Диагностический вес называют также ценностью информации и определяют по выражению с использованием двоичного исчисления (бита)

$$J_{D_i}(k_{j_s}) = H(D_i) - H(D_i / k_{j_s}) = \log_2 \frac{1}{P(D_i)} - \log_2 \frac{1}{P(D_i / k_{j_s})} = \log_2 \frac{P(D_i / k_{j_s})}{P(D_i)},$$

где $P(D_i)$ – априорная вероятность диагноза D ; $P(D_i/k_{j_s})$ – вероятность диагноза D_i при условии, что признак k_j получил реализацию k_{j_s} .

Если после обследования по k_{j_s} вероятность $P(D_i/k_{j_s}) > P(D_i)$, то $J_{D_i}(k_{j_s}) > P(D_i)$, т. е. диагностический вес данного интервала признака для диагноза D_i положителен. Если вероятность не меняется, $J_{D_i}(k_{j_s}) = 0$. $J_{D_i}(k_{j_s})$ может быть отрицательным, что означает отрицание диагноза.

УДК 629.11

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ГИДРАВЛИЧЕСКИХ И ПНЕВМАТИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ

Коваленко Е. В., студ., **Чикилевский Я. А.**, преп.-стажер,
Белорусский национальный технический университет,
г. Минск, Республика Беларусь

Математическое моделирование процессов и явлений в различных областях науки и техники является одним из основных способов получения новых знаний и технологических решений. Математическая модель формируется в виде формулы, уравнения или системы уравнений, которые могут быть алгебраическими, дифференциальными, либо интегральными, но в любом случае описывает натурный образец, его свойства.

Моделью называется некоторый объект, который используется для воспроизведения и изучения свойств какого-либо процесса или явления, называемого объектом. Моделью может быть не только материальный, но и мысленно представляемый объект.

Гидравлические и пневматические механизмы предназначены для накопления, сохранения и передачи механической энергии от ее источника к какому-нибудь механизму, для совершения последним полезной работы. Сфера промышленного применения гидравлики и пневматики в современном мире очень широка и разнообразна. Здесь и металлургическое производство, и строительство, и медицинская техника, и многое другое.

До недавнего времени процесс проектирования гидравлики и пневматики на 99 % опирался на экспериментальную обработку получения данных о работе рассматриваемых систем. Однако, дальнейшее повышение качества проектирования гидравлических и пневматических систем при одновременном сокращении сроков и затрат на их проектирование возможно только с использованием современных технологий, а именно – созданием с помощью ЭВМ математических моделей данных систем.

Использование математических моделей позволяет проводить исследования режимов работы гидравлических и пневматических агре-

готов и систем при неизмеримо меньших финансовых и материальных затратах, чем исследования на реальных объектах, на стендах или на физических моделях, поскольку эксперименты можно еще проводить и в тех случаях, когда физическая модель уже разрушается. Таким образом, уже на стадии проектирования можно найти оптимальные параметры и режимы работы гидравлических и пневматических систем.

УДК 629.11

НАСОСЫ В УСТАНОВКАХ ГИДРОАБРАЗИВНОЙ РЕЗКИ

Можейко Д. Д., студ., **Ермилов С. В.**, ст. преп.,
Белорусский национальный технический университет,
г. Минск, Республика Беларусь

Гидроабразивная резка – это вид обработки материала резанием, где режущим инструментом является струя воды с частицами абразива, подающаяся под высоким давлением. Физическая суть процесса гидроабразивной резки состоит в отрыве и уносе из полости реза частиц материала скоростным потоком твердофазных частиц.

В процессе резания вода под высоким давлением поступает в режущую головку, где, проходя через сопло, превращается в очень тонкую струю. Диаметр струи зависит от типа обрабатываемого материала (обычно он составляет 0,5–1,5 мм). Затем в смесительной камере вода соединяется с абразивным веществом и подается непосредственно на разрезаемый материал.

Для создания сверхвысокого давления применяются насосы прямого действия и насосы мультипликаторного типа.

Насосы прямого действия работают следующим образом. Питающий насос создает предварительное низкое давление воды. Затем вода очищается и подается в насос высокого давления. С помощью электродвигателя приводится в движение три поршня, поочередно выталкивающих воду из цилиндров.

Преимущества насосов прямого действия – дешевизна, плавная регулировка давления и высокий КПД (приблизительно 95 %). Недостаток – давление, создаваемое такими насосами, не превышает 38 МПа.

Для создания более высокого давления воды (до 60 МПа) применяются насосы мультипликаторного (бустерного) типа. Рассмотрим принцип работы таких насосов. Жидкость, подаваемая под первичным давлением, создаваемым дополнительным насосом, приводит в движение поршень мультипликаторного насоса. Площадь каждого из оснований поршня в 20 раз больше площади рабочей поверхности каждого из плунжеров. Таким образом, давление жидкости, выталкиваемой плунжерами поочередно из камер обоих цилиндров, увеличивается в 20 раз от первичного давления масла. По мере того как из одной камеры выбрасывается вода под высоким давлением, в противоположную камеру поступает вода под низким давлением и т. д. Пульсации давления воды сглаживаются с помощью аккумулятора и обеспечивает ее непрерывный поток для процесса резки.

Из основных недостатков бустерных насосов можно выделить их конструктивную сложность и необходимость дополнительного охлаждения.

УДК 004

AUTOMATION STUDIO

Горбунов Я. Д., студ., **Сокол В. А.**, асс.,
Белорусский национальный технический университет,
г. Минск, Республика Беларусь

Automation Studio – программа для создания гидравлических схем и моделирования гидростанций. Программа предоставляет доступ к встроенным компонентам и позволяет ускорить и облегчить процесс проектирования. Каждый модуль программы включает в себя составляющую библиотеку, с помощью которой можно создавать различные типы схем, такие как гидравлические, пневматические, электрические, и т.д. Программа помогает легко комбинировать различные

виды систем для проектирования, документирования и моделирования комплексных технических систем целиком. Программа позволяет запускать моделирования на ранних этапах проектирования, для подбора и оптимизации нужных компонентов, анализировать поведение системы с помощью различных инструментов и проводить анализ рисков, путем моделирования отказов компонентов. Гид Пользователя программы содержит информацию о главных функциях Проектного Исследователя, Исследователя Библиотеки, Редактора Диаграммы для стандартных семинаров (Гидравлические, Пневматические, Электрические Средства управления, Числовые, Диаграммы Масштаба) и способ Моделирования. Для каждого нестандартного модуля, можно воспользоваться Гидом Пользователя содержащего нужную информацию. Так же есть возможность использовать Гида Быстрого Начала, который позволит быстро ознакомиться с информацией и функциями нужного модуля. В *Automation Studio* есть функция моделирования утилиты, что позволяет программе стать эффективным инструментом сертификации автоматизированных процессов и программ. Программа позволяет создавать различные типы динамических отчётов, так же осуществлять экспорт схем и документов в различных форматах или предоставлять доступ на чтение к проекту

ЛИТЕРАТУРА

1. Famic Technologies Inc. Automation Studio [Электронной ресурс]. – Режим доступа: <https://www.famictech.com/ru>. – Дата доступа: 10.11.2022.

2. Романов, А. М. Программное обеспечение мехатронных и робототехнических систем : учебно-методическое пособие / А. М. Романов, М. А. Волкова. – М. : РТУ МИРЭА, 2019. – 68 с.

УСТРАНЕНИЕ НАИБОЛЕЕ ЧАСТЫХ ИСТОЧНИКОВ ВИБРАЦИИ И ШУМА В ГИДРАВЛИЧЕСКОМ ПРИВОДЕ С ЦЕНТРОБЕЖНЫМ НАСОСОМ

Кулеш К. А., студ., **Жилянин Д. Л.**, ст. преп.,
Белорусский национальный технический университет,
г. Минск, Республика Беларусь

Центробежные насосы широко используются для перемещения различных жидкостей. Создаваемые ими шум и вибрации нередко достигают высоких значений и мешают их нормальной эксплуатации, а также генерация шума является показателем их неэффективной работы. Вибрация может привести к износу компонентов насоса, иногда повышенный шум может свидетельствовать об аномальных режимах работы, таких как кавитация.

Чаще всего применяют экспериментальные измерения - косвенные и прямые. Метод косвенных измерений заключается в измерении и анализе параметров, вызывающих шум, таких как давление и скорость, а затем установлении связи между этими параметрами и шумом. Прямое измерение более удобно, и оно реализуется путем измерения шума напрямую шумомером и/или вибродатчиками, которые устанавливаются вблизи основных источников шума. При этом трудно различить вклады различных источников шума, поэтому экспериментальные измерения всегда комбинируются с численным моделированием.

Способы минимизации шума, вызванного элементами конструкции:

- для уменьшения вибрации подшипников необходимо своевременно проводить их диагностику и замену;
- необходимо проводить балансировку колес с требуемой точностью, для уменьшения вибраций, вызванных дисбалансом;
- для уменьшения шума, генерируемого двигателем и насосом, можно огородить насосный агрегат специальным звукоизолирующим кожухом с глушителями;

– вибрация стенок жесткого трубопровода, вызванная изменением направления потока в трубе, может быть уменьшена с помощью применения труб с большим радиусом изгиба, использованием креплений с виброизоляторами.

УДК 338.5

АДДИТИВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ПРОИЗВОДСТВЕ ГИДРОАППАРАТУРЫ

Гончарова А. В., студ., **Сокол В. А.**, асс.,
Белорусский национальный технический университет,
г. Минск, Республика Беларусь

Аддитивные технологии – процесс создания детали путем соединения слоев материала на основе 3D модели. Изначально метод использовался для проектирования прототипов и макетов, развития 3D принтеров способствовало внедрению аддитивных технологий в производственный процесс. При этом уменьшился вес (на 60-75%), сократилось время разработки и изготовления деталей.

Технологии 3D-печати используются в аэрокосмической промышленности, в машиностроении, в сфере здравоохранения, в нефтегазовой сфере.

В качестве материала печати используют порошок из нержавеющей стали, алюминиевых сплавов, железа, марганцевой стали, титана, золото, серебра, платины.

Развитие процессов 3D-печати металлом позволило создать новое поколение гидравлических систем, с улучшенными характеристиками: уменьшается количество дополнительных отверстий; внутренние каналы можно рассчитать для более высокого расхода и более низких перепадов давления; проточные каналы реализовать там, где они необходимы, со сложной геометрией и заданной конфигурацией. В процессе 3D-печати, деталь строится слой за слоем, что приводит к уменьшению материала и снижению веса, без потерь прочности и износостойкости.

Быстрое макетирование 3D-печати сокращает срок изготовления до 1–2 недель, обеспечивая более быструю разработку продукта, и сокращает время выхода на рынок.

ЛИТЕРАТУРА

1. Шишковский, И. В. Основы аддитивных технологий высокого разрешения. – СПб. : Питер, 2016. – 400 с.

2. Зленко, М. А. / Аддитивные технологии в машиностроении // М. А. Зленко, А. А. Попович, И. Н. Мутьлина// Санкт-Петербург: Издательство политехнического университета, 2013г.

УДК 629

ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЯ В СФЕРЕ ПРОИЗВОДСТВА ГИДРОСИСТЕМ И ГИДРОАППАРАТУРЫ

Юрения Е. С., студ., **Филипова Л. Г.**, ст. преп.,
Белорусский национальный технический университет,
г. Минск, Республика Беларусь

В настоящее время в мире решается задача повышения экономических (поиск конкурентоспособных по ценовому фактору технологий), экологических (герметичность, минимизация шума, безвредные материалы) и функциональных свойств и характеристик гидропривода в целом и его элементной базы (компонентов).

Экономический аспект - это поиск конкурентоспособных технологий производства материальной составляющей гидравлических систем, включая ресурсосберегающие конструкционные и системные решения, материалы, низкочастотные технологии мелкосерийного производства (в том числе формообразующие, финишные, упрочняющие) комплектующих и компонентов.

Экологические аспекты заключаются, в первую очередь, в снижении уровня шума гидроприводов, особенно насосов. Считается, что существенные затраты на проведение исследований и оптимизацию конструкций окупаются повышением конкурентоспособности изделий, обладающих меньшим уровнем шума.

Основными направлениями решения проблемы герметичности - существенное повышение надежности и долговечности уплотнений в целом и повышение герметичности подвижных уплотнений штоков гидроцилиндров.

В части повышения функциональных характеристик гидропривода расширяются функции и применение дистанционного пропорционального многокоординатного управления рабочими органами машин. Ведутся активные работы по повышению рабочего давления - это позволит уменьшить вес компонентов гидропривода и его габариты, повышения ресурса гидравлической системы.

В целом необходимо отметить, что технический уровень гидропривода в значительной мере определяется технологиями изготовления, применяемыми материалами и качеством комплектующих изделий. В числе актуальных технологических задач - освоение высококачественных отливок из высококачественного чугуна с точно выполняемыми каналами малых сечений, производство биметаллизированных деталей (особенно блоков цилиндров аксиально-плунжерных гидромашин), прецезионных труб для гидроцилиндров, металлокерамических деталей, высококачественных электромагнитов, фильтрующих материалов и т.п.

УДК 621

СМАЗКА ПНЕВМАТИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ

Веришко А. Г., студ., **Филипова Л. Г.**, ст. преп.,
Белорусский национальный технический университет,
г. Минск, Республика Беларусь

На сегодняшний день для основной массы современного пневматического оборудования смазка не требуется, поскольку заложенной на стадии изготовления смазки хватает на весь срок службы.

Срок службы и технические характеристики таких пневматических устройств полностью удовлетворяют требованиям, которые предъявляются к современному производственному оборудованию, работающему с высокой интенсивностью.

Преимущества «называемого» оборудования заключаются в следующем:

а) экономия затрат на смазочное оборудование, смазочное масло, а также на обслуживание смазочных систем;

б) пневматические системы становятся более чистыми и, следовательно, более гигиеничными, что особенно важно для пищевой и фармацевтической промышленности;

в) воздух в рабочем помещении становится более чистым, а значит, представляет меньшую угрозу для здоровья и безопасности обслуживающего персонала.

Тем не менее, некоторые пневматические элементы всё-таки требуют смазки. Для обеспечения постоянной смазки такого оборудования в сжатый воздух при помощи маслораспылителей добавляют определённое количество масла.

Принцип работы маслораспылителя заключается в том, что создаваемый в нём перепад давления, величина которого прямо пропорциональна величине расхода, заставляет масло подниматься из стакана маслораспылителя в прозрачный колпачок подачи масла.

При строго фиксированной степени сужения потока (использовании постоянного дросселя) слишком высокий расход вызвал бы чрезмерно большой перепад давления и привёл бы к тому, что в составе воздушно-масляной смеси оказалось бы слишком много масла.

И наоборот, пониженный расход не смог бы обеспечить достаточный перепад давления, в результате чего воздушно-масляная смесь оказалась бы обеднённой.

Для решения этой проблемы необходимо, чтобы маслораспылители имели специальные устройства автоматического регулирования величины поперечного сечения дросселя для поддержания постоянного соотношения компонентов в смеси.

Воздух, поступающий через входное отверстие А (рисунок 1) расходится по двум направлениям: часть его проходит через гибкую перегородку и выводится наружу, а другая часть попадает в стакан маслораспылителя через обратный клапан.

При отсутствии потока воздуха давление будет одинаковым над поверхностью масла в стакане, в масляной трубке и в прозрачном колпачке подачи масла. Соответственно, при этом никакого перемещения масла не наблюдается.

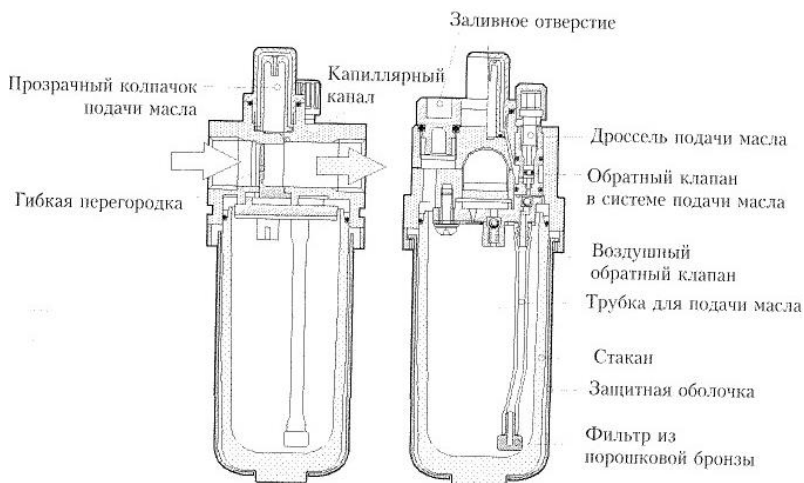


Рисунок 1 – Пропорциональный маслораспределитель

Как только воздух начнёт проходить через устройство, препятствие в виде гибкой перегородки вызовет перепад давления между входом и выходом маслораспылителя. Чем выше расход, тем больше будет перепад давления.

Поскольку прозрачный колпачок подачи масла через капиллярный канал сообщается с зоной низкого давления, начинающейся сразу за перегородкой, давление в колпачке будет меньше, чем давление в стакане.

Эта разность давлений заставит масло подниматься по трубке в колпачок через обратный клапан и регулятор расхода.

Как только масло окажется в колпачке, оно начнёт через капиллярный канал просачиваться в главный воздушный поток в том месте, где сжатый воздух имеет наибольшую скорость. Здесь масло разбивается на мельчайшие частицы до состояния мелкодисперсной пыли и равномерно смешивается с воздухом за счёт турбулентности в вихревой зоне за гибкой перегородкой.

Перегородка изготавливается из эластичного материала, позволяющего ей там больше изгибаться, чем выше расход. В результате этого поперечное сечение воздушной струи может уменьшаться и

увеличиваться, обеспечивая пропорциональное регулирование перепада давления и поддерживая, тем самым постоянное соотношение воздуха и масла в смеси.

Регулируемый дроссель в линии подачи масла позволяет регулировать количество масла с учётом конкретной величины перепада давления. Если поток сжатого воздуха будет временно остановлен, обратный клапан в системе подачи масла «заперт» масло в верхней части трубки.

Воздушный обратный клапан позволяет доливать масло в масло-распылитель при наличии давления в системе, которая при этом может продолжать нормально работать.

Требуемая величина подачи масла зависит от режима работы, однако, обычно следует ориентироваться на одну или две капли на цикл работы машины.

Рекомендуется применять чистое минеральное масло (без присадок) с вязкостью 32 сСт. Некоторые компании по производству смазочных масел предлагают специальные марки для пневматического оборудования, обладающие высокой способностью впитывать влагу без утраты смазочных свойств.

ЛИТЕРАТУРА

1. Pneumatic Technology. International Training / Published by SMC Pneumatic (UK) Ltd. – Reprint 1996, 96 P/

СИЛЬФОННЫЕ ЦИЛИНДРЫ

Домасевич А., студ., **Коваленко Е.**, студ., **Маковская И. А.**, ст. преп.,
Белорусский национальный технический университет,
г. Минск, Республика Беларусь

При выборе исполнительных механизмов особый интерес представляют сильфонные (балонные) цилиндры. Их используют как в гидравлических, так и в пневматических системах. Они применяются для получения небольших линейных перемещений выходного звена и представляют собой упругую гофрированную цилиндрическую оболочку, разделяющую две среды, находящиеся под разным давлением – см. рисунок 1.

На вход сильфонного цилиндра подается жидкость (воздух) под давлением, в результате создается значительное усилие, направленное вдоль оси. Его можно использовать для движения приводных механизмов или для фиксации каких-либо предметов. Процесс возврата в исходное положение осуществляется при падении давления до атмосферного.

Применяемый материал для сильфонов – полутомпак, фосфористая бронза, коррозионная сталь, бериллиевая бронза, эластомеры.

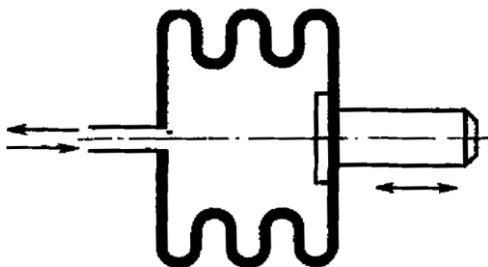


Рисунок 1 – Схема сильфонного цилиндра

Важнейшей особенностью сильфонов является герметичность из-за отсутствия штока и скользящих поверхностей, способных стать

источником потерь жидкости (сжатого воздуха). Единственное возможное место утечек – штуцер, через который осуществляется подключение к системе, но его легко герметизируют для минимизации потерь давления.

Другие преимущества сильфонных устройств: могут применяться в тяжелых рабочих условиях, например, при сильной запыленности;

- допускают использование под водой;
- надежная, прочная конструкция;
- создают значительное усилие для передачи на механизмы;
- выдерживают большое количество циклов срабатывания (до десяти миллионов);
- широкий диапазон прикладываемого усилия;
- простое управление процессом посредством изменения давления;
- плавное перемещение рабочей поверхности.

Практически любой сильфонный цилиндр способен обеспечивать максимальную силу прижима, при этом ее легко можно регулировать, подавая жидкость (воздух) под различным давлением. Еще одно важное преимущество – возможность монтажа в любом положении.

При выборе сильфонных устройств важно обращать внимание не только на конструктивные особенности (типоразмер и диаметр резьбы, которые влияют на способ монтажа), но и на основные рабочие характеристики:

- рабочее давление;
- величину хода;
- выдерживаемый температурный диапазон.

Имеет значение сопротивляемость коррозии, если предполагается использовать систему в условиях высокой влажности.

В основном сильфонные цилиндры применяют в качестве зажимов или прессов, а также в транспортных средствах, где требуются амортизаторы регулируемой жесткости. Изменяя величину давления, подаваемого на амортизатор, собранный с баллонными цилиндрами, можно осуществлять управление жесткостью подвески. При этом следует учитывать, что с увеличением хода перемещения, полезное усилие падает, что обусловлено особенностями конструкции баллонных камер.

ОСОБЕННОСТИ КОНСТРУКЦИИ ГИДРОПРИВОДА МОБИЛЬНЫХ МАШИН, ЭКСПЛУАТИРУЕМЫХ В УСЛОВИЯХ НИЗКИХ ТЕМПЕРАТУР

Лашак Н. Г., студ., **Жилянин Д. Л.**, ст. преп.,
Белорусский национальный технический университет,
г. Минск, Республика Беларусь

Для повышения эффективности эксплуатации мобильных машин в зимних условиях необходима подготовка их гидропривода к работе. С этой целью ведущие производители данной техники Caterpillar, Komatsu, Hitachi, Bosch внесли изменения в гидравлические системы производимых ими машин.

Чтобы ускорить подготовку машины к работе и для того, чтобы эффективно эксплуатировать ее с высокими эксплуатационными показателями, рекомендуется предусмотреть теплоизоляцию трубопроводов и баков для гидравлического масла, а также применение современных автономных установок предпускового подогрева.

На практике применяются схемы прогрева гидроприводов от внутренних источников тепла: дроссельный, уменьшением объема бака, электронагревателями, отработавшими газами ДВС, горячей жидкостью от системы охлаждения двигателя и с использованием тепловых аккумуляторов.

Прогрев гидравлической системы (без нагрузки) проводится после прогрева двигателя. При выполнении каждого цикла постепенно увеличивается ход рабочего оборудования. Операция выполняется для всех гидравлических контуров. Очень часто на практике применяют дроссельный разогрев путем пропускания жидкости через предохранительный клапан при упоре рабочего оборудования в непреодолимое препятствие.

Рассмотренные способы прогрева гидропривода энергоемки, не всегда обеспечивают автономность работы, имеют сложность конструкции, ограниченность в применении разных компоновок гидропривода. На мой взгляд, самыми эффективными и мало затратными способами являются использование отработавших газов и дроссельный разогрев: первый способ более эффективно использует тепло выделяемое при работе ДВС и быстро разогревает рабочую жидкость

в гидравлической системе. Второй способ хорош тем, что не требует значительных доработок гидравлической системы.

УДК 621.892

СТЕНД ДЛЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ И ИССЛЕДОВАНИЯ ПНЕВМАТИЧЕСКОГО ПРИВОДА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ

Козловский В. А., студ., **Шабунько А. А.**, студ.,
Жилевич М. И., канд. техн. наук, доц.,
Белорусский национальный технический университет,
г. Минск, Республика Беларусь

Использование учебных стендов позволяет значительно разнообразить процесс обучения, наглядно моделировать работу гидро- и пневмопривода практически любой сложности, электронные датчики позволяют исследовать динамические характеристики моделируемой системы. Появляется возможность экспериментировать как с одной рабочей средой, так и объединять электрическую, пневматическую и гидравлическую части стенда в единую систему.

Была поставлена задача физического моделирования электропневматического привода и технологических машин с использованием учебного стендового оборудования *Festo Didactic*.

Разработана и собрана на базе имеющихся типовых элементов схема многократного возвратно-поступательного движения рабочего органа с предварительным выдвиганием двух пневмоцилиндров, моделирующих зажатие заготовки.

В схеме использованы три пневматических одноштоковых цилиндра двухстороннего действия (два пневмоцилиндра зажима и рабочий пневмоцилиндр выполнения технологической операции), три пневматических распределителя и электрическое оборудование: концевые выключатели, электрический счетчик срабатываний и др.

На стенде реализован следующий алгоритм работы пневмопривода: последовательное выдвигание штоков двух цилиндров зажима до крайнего положения, затем возвратно-поступательное движение

штока пневмоцилиндра, имитирующего главное движение, причем количество циклов работы последнего задается электронным счетчиком. После достижения установленного количества повторений штоки пневмоцилиндров зажима возвращаются в исходное положение в обратном порядке.

Практические исследования разработанной схемы подтвердили ее работоспособность и возможность простыми средствами осуществить нетривиальный алгоритм управления пневматическим приводом станочного или мобильного оборудования.

**СЕКЦИЯ «ТРАНСПОРТНЫЕ СИСТЕМЫ
И ТЕХНОЛОГИИ»**

ЭКОЛОГИЧЕСКИ БЕЗОПАСНЫЕ ИНТЕРМОДАЛЬНЫЕ ПЕРЕВОЗКИ ROADRAILLINK (R2L)

Видрук Д. А., студ., **Кустенко А. А.**, ст. преп.,
Белорусский национальный технический университет,
г. Минск, Республика Беларусь

На кафедре «Транспортные системы и технологии» в дисциплине «Производство ППР. Терминалы» рассматриваются различные варианты погрузки-разгрузки и перевозки грузов. Транспорт является одним из основных источников загрязнения окружающей среды. Из-за усугубившейся экологической проблемы начали разрабатываться решения для уменьшения этого ущерба.

Интермодальные перевозки – это смешанные перевозки «от двери до двери» с использованием нескольких видов транспорта, подготавливаемые и выполняемые под единым руководством одного центра.

В сотрудничестве с поставщиком логистических услуг VEGA International компания VTG AG разработали решение, которое позволяет перевозить непригодные для интермодальных перевозок полуприцепы по железной дороге, т.е. те, которые до этого невозможно было поднимать краном. Это позволит снизить экологическую нагрузку на окружающую среду.

Эта инновационная технология транспортных и погрузочно-разгрузочных работ предназначена для осуществления эффективных и экологически безопасных интермодальных перевозок.

Благодаря этому повысится привлекательность комбинированных перевозок и снизится экологическая нагрузка на окружающую среду.

Одной из основных целей данной инновации является дальнейшее развитие интермодальных перевозок. Главное достижение инновации – создание технологии, позволяющей использовать краны для погрузки и разгрузки полуприцепов, которые не предназначены для подъема краном.



Рисунок 1 – RoadrailLink

Достоинства данной технологии: экономичный способ погрузки и разгрузки всех видов полуприцепов, не подлежащих подъему краном, не требует использования пандусов или другого оборудования, быстрое время погрузки: загрузка одного полуприцепа занимает от 5 до 8 минут, благодаря лазерному измерению расстояния, участие человека в процессе погрузки полуприцепа сводится к минимуму.

Можно сделать вывод, что экологически безопасные интермодальные перевозки RoadrailLink (r2L) должны использоваться не только в хорошо развитых европейских странах, но в менее развитых.

ЛИТЕРАТУРА

1. VTG и VEGA разработали инновационные технологии транспортных и погрузочно-разгрузочных работ, чтобы поставить прицепы на рельсы [Электронный ресурс]. – режим доступа: <https://www.vtg.com/ru/aktualnye-novosti/detail/news/615-vtg-i-vega-razrabotali-innovacionnye-tehnologii-transportnykh-i-pogruzochno-razgruzochnykh-rabot-chtoby-postavit-pricepy-na-relsy>. – Дата доступа: 15.03.2022.

2. В Германии разработали технологию для перегрузки на рельсы всех видов полуприцепов [Электронный ресурс]. – режим доступа: <https://lardi-trans.com/it/news/v-germanii-razrabotali-tehnologiyu-dlya-peregruzki-na-relsy-vseh-vidov-polupriczepov>. – Дата доступа: 15.03.2022.

УДК 656.073.24

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ ВИДЕОНАБЛЮДЕНИЯ KIWI-EYE ДЛЯ ВИЛОЧНЫХ ПОГРУЗЧИКОВ

Бондарь Е. В., студ., **Кустенко А. А.**, ст. преп.,
Белорусский национальный технический университет,
г. Минск, Республика Беларусь

Управление инновациями является ключевой задачей для будущего успеха предприятия и национальной экономики в целом. В настоящее время использование системы видеонаблюдения вышло далеко за рамки нашей старой стандартной системы видеонаблюдения. Поэтому примером такой системы является система обнаружения искусственного интеллекта Kiwi-eye от Kiwitron, которая позволяет решать множество задач практически без участия человека.



Рисунок 1 – Монитор системы видеонаблюдения

Причиной возникновения KIWI-EYE стала необходимость обезопасить пешеходов, а также сохранить для вилочных погрузчиков высокие стандарты производительности и эффективности. Система KIWI-EYE непрерывно обрабатывает потоки видеоданных в реальном времени для обнаружения объектов в окружающей среде, также собирает данные о местоположении, расстоянии и категории объекта. Также она использует технику компьютерного зрения, располо-

женные в определенных областях или над механизмами, чтобы распознавать определенные объекты, а также получать предупреждения об их избегании. В случае если Kiwi-eye интегрирован с бортовым блоком управления, то вилочный погрузчик может быть запрограммирован на автоматическое замедление. Kiwi-eye также может быть интегрирован с системой Kiwitron Fleet Management ETS, чтобы проводить анализ возможных сбоев и добавлять такие функции, как определение местоположения автопарка, датчик удара, мониторинг параметров, хранение данных, контроль доступа, управление миссией, анализ и отчетность. Основными задачами данной системы являются, прежде всего, безопасность, предотвращение и устранение возможных неполадок, отслеживание загрузки и степени использования складской техники, оказание помощи оператору при управлении погрузчиком.

В процессе выполнения работ Kiwi-eye обнаруживает пешеходов и погрузчиков в пределах поля до 25 м и в пределах сантиметров. При обнаружении препятствия Kiwi-eye немедленно предупреждает водителя звуковым и световым сигналом с тремя уровнями тревоги - тревога, предупреждение, сейф (alarm, warning, safe). Использование искусственного интеллекта KIWI-EYE позволяет иметь высокоселективную систему, с помощью которой процесс погрузки-разгрузки в закрытых помещениях станет более безопасным и упрощенным.

ЛИТЕРАТУРА

1. Приборы безопасности и контроля [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://ms-74.ru/Pribory-bezopasnosti>. – Дата доступа: 10.03.2022.

2. Системы безопасности фронтального погрузчика [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://str-t.ru/articles/640>. – Дата доступа: 10.03.2022.

3. Proximity detecting system with Artificial Intelligence» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.kiwitron.it/en/kiwi-eye-sistema-di-prossimita-intelligente>. – Дата доступа: 10.03.2022.

УДК 629.4
**ВЫБОР ПОДВИЖНОГО СОСТАВА ПО ЭКОНОМИЧЕСКИМ
ПОКАЗАТЕЛЯМ**

Хвитько Р. А., студ., **Шабека В. Л.**, канд.экон.наук, доц.,
Белорусский национальный технический университет,
г. Минск, Республика Беларусь

Подвижной состав служит для выполнения транспортных и не-транспортных работ: перевозки грузов, пассажиров и специального оборудования для производства различных операций.

Для перевозки грузов используется подвижной состав различных типов и моделей, отличающихся друг от друга по конструкции, техническим, эксплуатационным и экономическим показателям.

Выбор типа подвижного состава для перевозки груза сводится в основном к выбору кузова, соответствующего перевозимому грузу, размещению его в кузове, способу погрузки и выгрузки из ПС.

Экономические показатели являются критериями для обоснования типа подвижного состава, его грузоподъемности, конкретной марки и модели.

При этом следует исходить из требования обеспечения минимума издержек, прямо или косвенно связанных с доставкой грузов, и учитывать себестоимость перевозки с включением затрат на погрузочные и разгрузочные работы, транспортно-экспедиционные операции и дорожную составляющую; возможные количественные и качественные потери грузов в процессе доставки; размер материальных средств, находящихся в обороте, и издержки, связанные с хранением грузов, складские расходы при подготовке грузов к перевозке и потреблению; затраты, связанные с использованием вспомогательных средств, обеспечивающих транспортный процесс (контейнеры, поддоны, многооборотная тара и т. п.); капиталовложения в подвижной состав, погрузочно-разгрузочные средства, гаражи, складское хозяйство и пр. Если отдельные составляющие удельных издержек в данных эксплуатационных условиях равны, то они могут не учитываться.

При выборе подвижного состава по экономическим показателям следует сравнить автотранспортные средства и выполнить расчет абсолютных значений удельных издержек или использовать графоаналитический метод ускоренного качественного сравнения.

Клиентуре далеко не безразлично, каким подвижным составом будет организована перевозка груза, так как от этого зависит своевременность, срочность и сохранность доставки груза, выполнение плана перевозок, снижение себестоимости перевозок и повышение рентабельности.

От правильного выбора подвижного состава (от грузоподъемности и типа кузова) зависит примерно 70% экономического результата (дохода, прибыли) от эксплуатации автомобиля, остальные 30% определяют технико-эксплуатационные показатели его использования.

К основным технико-эксплуатационным показателям работы грузового ПС относятся:

- 1) коэффициент выпуска автомобилей на линию или количество дней работы автомобиля за определенный период времени;
- 2) показатели использования грузоподъемности и пробега автомобиля;
- 3) время работы автомобиля в течение суток;
- 4) средняя техническая скорость автомобиля;
- 5) время простоя автомобиля под погрузочно-разгрузочными операциями.

Себестоимость перевозок является обобщающим показателем при оценке эффективности использования той или иной модели ПС в работе.

Поэтому экономически целесообразным будет тот ПС, у которого величина себестоимости перевозок будет минимальной.

Выбор наиболее эффективного ПС производят путем сравнения результатов эксплуатации и экономических расчетов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Фасхиев, Х. А. Оценка и выбор подвижного состава по технико-экономическим критериям // Научно-методический электронный журнал «Концепт». – 2016. – Т. 15. – С. 921–925. – URL: <http://e-koncept.ru/2016/96098.htm>.

2. Грузовые автомобильные перевозки / А. И. Воркут – 2-е изд., перераб. и доп. – К. : Вища шк. – Головное изд-во, 1986. – С. 204–205 (447 с.)

УДК 656.1

ПОВЫШЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ ГОРОДСКИХ ПЕРЕВОЗОК ПАССАЖИРОВ В РЕГУЛЯРНОМ СООБЩЕНИИ ДЛЯ ДОСТИЖЕНИЯ УСТОЙЧИВОЙ МОБИЛЬНОСТИ

Бугаева Д. Л., студ., **Гапонцева М. В.**, студ.,
Алисеенко Д. С., ст. преп.,
Белорусский национальный технический университет,
г. Минск, Республика Беларусь

Транспортный комплекс является важнейшим звеном производственной и социальной инфраструктуры Республики Беларусь, его потенциал обеспечивает спрос экономики и населения на транспортные услуги.

Повышение транспортной доступности является одной из актуальных задач любого современного города. С решением этой задачи связано развитие и оптимизация городской транспортной сети, улучшение экологической обстановки, повышение качества жизни в городах. Все эти факторы прямо или косвенно влияют на решение большинства проблем современных городов.

Значимыми факторами в процессе совершенствования перевозок пассажиров городским наземным маршрутизированным транспортом являются безопасность перевозок и уменьшение форс-мажорных ситуаций на дорогах. В Стратегии инновационного развития транспортного комплекса Республики Беларусь до 2030 года сказано, что инновационное развитие транспортного комплекса подразумевает процесс его модернизации, предусматривающий ряд мероприятий, в том числе и повышение уровня безопасности перевозок [1].

На территории Беларуси действует ряд правил, регулируемых нормативными документами и законодательством, согласно которым осуществляются транспортные передвижения. Выполнение этих требований в сфере перевозок – важный аспект, благодаря которому минимизируется риск возникновения дорожно-транспортных происшествий (ДТП) и сохраняется самое ценное – человеческая жизнь.

Согласно статистике, причинами 95 % ДТП являются ошибки человека, преимущественно водителя транспортного средства – от простой невнимательности до физического состояния. Причём, некоторые факторы, влияющие на внимание при работе, невозможно диагностировать даже во время предрейсовых осмотров водительского персонала.

Повысить надежность водителя, а, следовательно, безопасность пассажирских перевозок во многом помогут применяемые в системе городского общественного транспорта инновационные технологии, такие как автоматизированная спутниковая система управления «Навигация». Постоянное диспетчерское онлайн-сопровождение позволяет контролировать перемещение транспортных средств на маршрутах и соблюдение водителями скоростного режима.

Создание системы бесконтактного мониторинга состояния водителя транспортного средства способствует осуществлению непрерывного контроля в пути. Видеокамера фиксирует изменение мимики водителя, закрытие глаз длительностью более 2–3 секунд и с помощью специального сигнала предупреждает водителя о нештатной ситуации. Причём, в системы мониторинга функционального состояния можно добавлять дополнительные операции, например, разговор по мобильному телефону или приём пищи во время движения, что является отвлечением от управления транспортным средством, влияет на снижение внимания и скорости реакции водителя. После выявления нарушения или изменения функционального состояния система в режиме онлайн отправляет информацию в диспетчерский центр.

Анализ работы водителей ежедневно сводится в специальные регистрационные листы – тахограммы. Они позволяют оценить, насколько правильно водитель следовал по предписанному маршруту, контролировать пройденное расстояние, остановки и простои,

мастерство управления транспортным средством, соблюдение режимов труда и отдыха, допустимой скорости движения. Эффект от этих мер очевиден – такой контроль способствует соблюдению линейной дисциплины, а также должного качества и безопасности транспортного обслуживания пассажиров.

Обсуждая проблему повышения безопасности пассажирских перевозок городским наземным маршрутизированным транспортом, необходимо отметить такой важный ее аспект, как повышение качества подготовки и переподготовки водителей, поднятия престижа этой профессии. Водитель должен обеспечивать качественное выполнение своих профессиональных обязанностей: иметь большой стаж безаварийного вождения, знать правила дорожного движения, безукоризненно их соблюдать, обладать быстротой реакции и принятия решений при стрессовых ситуациях на дорогах.

Также следует выделить проблему технического состояния транспортных средств, использующихся на дорогах города Минска. Даже несмотря на жесткую регулицию законодательством Республики Беларусь допуска машин к эксплуатации, можно обнаружить в рядовом потоке транспортные средства с серьезными неисправностями.

Поэтому необходимо осуществлять постоянный контроль технического состояния транспортных средств и оборудования, которое отвечает за организацию дорожного движения (знаки дорожного движения, светофорные объекты и т.д.), что приводит к минимизации возникновения ДТП.

Для безопасного движения в дорожном строительстве подразумевается создание неровностей с выступами и углублениями до пяти миллиметров. При таком подходе дорога будет являться качественной, обеспечивая автотранспорту комфортное передвижение, что приведет к уменьшению скольжения и количества форс-мажорных ситуаций на дорогах.

Восприятие человека не способно охватить одновременно все, что происходит на дороге. Следует отметить важную особенность при быстром передвижении: быстрота езды уменьшает у водителей способность вовремя реагировать на изменения. Поэтому необходимо устранить на обочинах отвлекающие плакаты, рекламу на электронных носителях и т.п. Особенно это важно сделать на территориях учебных заведений и пешеходных переходов.

Дорожная разметка занимает отдельное место в системе технических средств организации дорожного движения. Линии разметки должны быть хорошо различимы как днём, так и ночью; во время дождя и снегопада обладать высокой износостойкостью, долговечностью, высокой светостойкостью, иметь достаточно шероховатую поверхность. Для получения таких разметочных линий необходимы материалы с высокими физико-механическими, адгезионными и оптическими свойствами. Материалы должны быстро высыхать, легко восстанавливаться и долго служить.

Для увеличения безопасности перевозок пассажиров городским наземным маршрутизированным транспортом необходимо внедрение умных светофорных объектов, которые имеют возможность принимать решение о включении того или иного сигнала, получая информацию от различных датчиков, измеряющих плотность транспортного потока.

Так, если на правой полосе, на поворот, сосредоточится большое количество машин, то светофорный объект будет «зажигать» стрелку с более длинными интервалами, и затор уменьшится. Датчики могут распознавать в потоке автобусы, троллейбусы, трамваи, что дает возможность светофорному объекту вносить соответствующие корректировки, обеспечивая «зеленый» коридор общественному транспорту, сокращая интервалы его движения от одного остановочного пункта до другого. Это очень важно в часы пик – утренние и вечерние, когда наблюдается наибольший пассажиропоток.

В городе Минске и других областных городах Беларуси должны смелее внедряться интеллектуальные транспортные системы, служащие увеличению безопасности перевозок и скорости движения транспортных средств по улично-дорожной сети. Указанные мероприятия будут способствовать достижению устойчивой городской мобильности.

ЛИТЕРАТУРА

1. Стратегия инновационного развития транспортного комплекса Республики Беларусь до 2030 года. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.rw.by/corporate/press_center/reportings_interview_article/2015/03/strategija_innovacionnogo_rzv. – Дата доступа: 29.04.2022.

2. Транспортная инспекция Министерства транспорта и коммуникаций Республики Беларусь [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://minsk.mtkrbti.by/ti.nsf>. – Дата доступа: 15.04.2022.

УДК 338.47

ТЕРМОКАРТИРОВАНИЕ КАК ОДИН ИЗ СПОСОБОВ ОПРЕДЕЛЕНИЯ СОСТОЯНИЯ ДОРОЖНОГО ПОКРЫТИЯ

Видрук Д. А., студ., **Черкасов Д. В.**, студ.,
Волынец А. С., ст. преп.,
Белорусский национальный технический университет,
г. Минск, Республика Беларусь

Зимний период, который длится на территории Республики Беларусь от трех до четырех месяцев, затрудняет дорожным службам обеспечение условий для безопасного и бесперебойного движения автомобильного транспорта на дорогах. Снегопады ведут к ухудшению видимости, способствуют уменьшению пропускной способности. Некачественная уборка снега ведет к образованию снежного наката. Более опасным явлением, которое также характерно для нашей территории в зимний период, является образование гололеда, происходящее из-за перепадов температуры окружающего воздуха. Гололед опасен еще и потому, что спрогнозировать его наступление с достаточно высокой точностью крайне сложно.

В РУП «Белдоцентр» ведутся работы по совершенствованию системы зимнего содержания автомобильных дорог общего пользования. Данная система представляет собой совокупность дорожных измерительных станций, производящих прогнозирование зимней скользкости и термокартирование автомобильных дорог. На первой стадии внедрения системы на территории нашей республики установлено более 50 дорожных измерительных станций. Вторая стадия требует некоторого времени и состоит в разработке термокарт автомобильных дорог.

Термокартирование – определение пространственных вариаций температуры поверхности дороги и их представление в виде статистически обработанной базы данных.

Задача термокартирования заключается в измерении температуры покрытия автомобильной дороги при трех интервалах температур окружающего воздуха. Первый интервал (от +2 °С до –5 °С) является наиболее опасным, поскольку именно в этом интервале чаще всего происходит образование гололеда. Измерения происходят также в интервале от –5 °С до –10 °С и ниже –10 °С. После температурных измерений производится обработка результатов по специальной методике и составляются термокарты, в том числе выявляются участки, которые в первую очередь могут подвергнуться образованию гололеда. Использование термокарт позволяет снизить расход дорогостоящих противогололедных материалов и степень загрязнения придорожной полосы.

Зимняя скользкость и условия ее образования. Прогноз различных метеорологических явлений является чрезвычайно сложной задачей ввиду большого количества влияющих факторов и их недетерминированного характера.

Следует отметить, что для рассматриваемых нами гололедных явлений общие условия их образования достаточно хорошо известны. Однако эти знания относятся к некоторому общему случаю и не учитывают многие факторы, которые имеют место на реальных автомобильных дорогах: рельеф местности, растительность, направление ветра и др. Ситуация осложняется тем, что при рассмотрении зимней скользкости мы имеем дело с целым рядом несколько отличающихся друг от друга явлений. Принято выделять следующие виды зимней скользкости:

- гололед;
- изморозь (зернистая и кристаллическая);
- обледенелый мокрый снег;
- гололедица;
- твердый налет.

Повторяемость обледенения покрытия автомобильных дорог зависит от климатических и орографических условий. Так, наибольшая повторяемость гололеда, зернистой изморози и твердого налета наблюдается в тех районах, которые подвержены резким изменениям

погоды от сильного мороза к оттепели и наоборот, наименьшая – там, где зимой преобладает устойчивая морозная погода. Для территории Республики Беларусь характерны резкие переходы от мороза к оттепели и наоборот. Большое значение имеет относительная высота проезжей части автомобильной дороги, т. е. превышение её над окружающей местностью, а также форма рельефа. Наибольшая повторяемость гололеда и плотной изморози наблюдается на возвышенностях, на вершинах холмов, относительная высота которых над окружающей местностью превышает 50 м, а также на наветренных склонах. Наименьшая повторяемость гололеда отмечается в долинах рек и низинах. Повторяемость кристаллической изморози больше в тех районах, где в холодную половину года преобладает антициклонический характер погоды с радиационными туманами.

Степень опасности обледенения покрытия автомобильной дороги принято характеризовать толщиной слоя льда, который образуется за время нарастания ледяного отложения.

Программное обеспечение дорожных измерительных станций (ДИС) позволяет с большой точностью спрогнозировать зимнюю скользкость и выбрать оптимальную концентрацию химических реагентов для распределения на покрытие. Однако термокартирование позволяет предотвратить или снизить уровень опасности обледенений покрытий автомобильных дорог на более протяженных участках, когда прогноз дорожных измерительных станций с высокой точностью распространяется только на небольшой участок, на котором установлена ДИС, хотя за пределами этого участка в общем случае ситуация может меняться.

Термокартирование автомобильных дорог заключается в измерении температуры покрытия автомобильной дороги с помощью инфракрасного термометра расположенного на движущемся автомобиле. В соответствии с методикой работ, измерения производятся каждые 10 метров при движении автомобиля со скоростью до 60 км/час. Кроме этого измерения производятся при трех различных состояниях погоды. После проведения измерений, данные с помощью специального программного обеспечения обрабатываются, и определяется термическая характеристика, представляющая собой разность между средней температурой на всем измеряемом участке и средней температурой на конкретном отрезке автомобильной дороги. Изме-

рения производятся в ночное время, чтобы исключить влияние солнечной радиации и только при сухом покрытии автомобильной дороги.

На протяжении двух лет, в течение которых проводились исследования, была измерена температура на ряде автомобильных дорог, расположенных в Минской, Витебской и Могилевской области.

В результате проведенной работы были выявлены некоторые закономерности изменения температуры покрытия автомобильной дороги в зависимости от рельефа местности, а также растительности, расположенной в полосе отвода автомобильной дороги.

Установлено, что при движении лаборатории под путепроводом наблюдается заметное повышение температуры покрытия по сравнению с температурой на соседних участках, что говорит о том, что путепровод служит своеобразным защитным средством, повышает температуру покрытия автомобильной дороги и снижает вероятность образования зимней скользкости на данном участке.

При измерении температуры покрытия на мостах и путепроводах, отмечено снижение температуры покрытия по сравнению с остальными участками, что говорит о возможности первоочередного возникновения скользкости на автомобильной дороге. Разница температур может составлять от 2–3 °С при температуре воздуха от –2 °С до –6 °С и до 5–6 °С при температуре менее –15 °С.

На закрытых участках (автомобильная дорога проходит по лесному массиву, либо по населенному пункту) температура покрытия почти равна температуре воздуха, независимо от того, проходит автомобильная дорога в глубокой выемке или по высокой насыпи. Существенных изменений температуры в данном случае отмечено не было.

На открытых участках, где происходит непосредственный обдув ветром автомобильной дороги, температура покрытия, как правило, ниже на 3–4 °С температуры окружающего воздуха.

При движении по вертикальным кривым температура покрытия изменяется в соответствии с изменением рельефа местности, то есть в низине температура ниже по сравнению с температурой на вершине кривой. Такой случай наблюдался нами для участка, где продольный профиль проектировался по обертывающей. Было отмечено также снижение температуры покрытия в глубоких выемках.

На основании проведенных наблюдений можно сделать выводы, что температура покрытия значительно снижается в следующих случаях:

а) при прохождении автомобильных дорог по мостам, путепроводам, эстакадам, когда происходит обдув ветром как верха покрытия, так и низа искусственного сооружения;

б) когда автомобильная дорога проходит по открытым участкам;

в) при проектировании продольного профиля автомобильной дороги по обертывающей, на низких участках;

г) когда автомобильная дорога проходит в глубокой выемке.

Преимущество использования температурных измерений и термокарт покрытия заключается в своевременном прогнозировании зимней скользкости, определении точного количества химических реагентов с учетом уже имеющихся на покрытии автомобильной дороги и локализации проводимых противогололедных мероприятий, что положительно скажется на состоянии окружающей среды, снизит затраты и аварийность.

Можно отметить актуальность проблемы использования и интерпретации данных дорожных измерительных станций. Система представляет собой хоть и очень высокотехнологичный, но все же неодушевленный инструмент, призванный в максимальной степени облегчить труд дорожников, занятых зимним содержанием дорог. Для качественного измерения данным прибором работникам дорожной службы необходимо научиться пользоваться им. Чем более осознанно система будет использоваться, тем более весомыми будут результаты.

ЛИТЕРАТУРА

1. Зимнее содержание автомобильных дорог / под ред. А. К. Дюнина. – 2-е изд., перераб. и доп. – М. : Транспорт, 1983. – 197 с.

2. Богданович, С. В. Управление качеством автомобильных дорог в зимний период на основе прогноза температурного режима дорожных одежд / С. В. Богданович, В. И. Жилинский // Труды БГТУ. Сер. лесн. и деревообр. пром-ти, 2004. – Вып. XII.

3. Борьба с зимней скользкостью на автомобильных дорогах / Г. В. Бялобжеский, М. М. Дербенев, В. И. Мозепова, Л. М. Рудаков. – М. : Транспорт, 1975. – 112 с.

4. Веселов, Е. П. Метеорологические условия образования и прогноз гололедицы / Е. П. Веселов, Л. М. Рудаков // Методическое письмо – М.: Гидрометеиздат, 1971. – 16 с.

5. Заморский, А. Д. Атмосферный лед. Иней, гололед и град / А. Д. Заморский // М. : Гидрометеиздат, 1955. – 450 с.

УДК 656.015

**МОДЕРНИЗАЦИЯ ОСТАНОВОЧНЫХ ПУНКТОВ,
КАК УСЛОВИЕ ПОВЫШЕНИЯ ПРИВЛЕКАТЕЛЬНОСТИ
ГОРОДСКИХ ПЕРЕВОЗОК ПАССАЖИРОВ
В РЕГУЛЯРНОМ СООБЩЕНИИ**

Бондарь Е. В., студ., **Видрук Д. А.**, студ.,

Алисеенко Д. С., ст. преп.,

Белорусский национальный технический университет,

г. Минск, Республика Беларусь

В Стратегии инновационного развития транспортного комплекса Республики Беларусь до 2030 года под инновационным развитием транспортного комплекса подразумевается «процесс его модернизации, предусматривающий внедрение новых или усовершенствованных транспортных услуг, организационно-технических решений производственного, административного, коммерческого или иного характера, обеспечивающих снижение времени или затрат на доставку грузов или пассажиров, повышение уровня транспортной безопасности и качества услуг» [1].

Существует ряд проблем, связанных с развитием городов, например, жители города Минска выделяют следующие:

- увеличение количества транспортных средств;
- неудобное расположение и устаревший дизайн остановочных пунктов;
- частые пересадки из одного транспортного средства в другое;
- некомфортное ожидание транспортных средств в холодную и жаркую погоду;

– отсутствие (полное или частичное) защиты от сильного ветра, дождя и т.п.;

– навязчивая реклама.

Важно отметить, что одним из значимых факторов, влияющих на повышение эффективности и привлекательности перевозок пассажиров в регулярном сообщении в городе Минске, является модернизация остановочных пунктов.

В качестве решения данной проблемы предлагается использование инновационных остановочных пунктов на улицах столицы Беларуси.

Интерактивный остановочный пункт – это пункт, оборудованный дополнительными функциями для безопасной посадки и высадки пассажиров и комфортного ожидания наземного общественного транспорта: автобусов, троллейбусов, трамваев.

Выделим преимущества внедрения данной инновации:

1) более частое использование пассажирами городского маршрутизированного наземного транспорта;

2) время ожидания транспортного средства станет более комфортным;

3) в течение пребывания на остановочном пункте пассажир сможет получить всю необходимую информацию по поводу города, необходимого маршрута и др.

Инновационные остановочные пункты предлагается оснастить:

– интерактивными картами, которые позволят ознакомиться с расписанием движения общественного транспорта, дорожной ситуацией, прокладывать маршруты, находить необходимые интересные объекты;

– интеллектуальными LED-дисплеями с единой платформой управления рекламой;

– платежными терминалами;

– точками мелкой розничной торговли;

– бесплатной зоной Wi-Fi;

– бесплатными зарядками для различных мобильных устройств;

– светодиодным ночным освещением;

– камерами видеонаблюдения и «тревожными» кнопками (кнопками вызова экстренной помощи), что позволит повысить уровень безопасности и обеспечить профилактику происшествий.

Предлагаемый остановочный пункт должен иметь антивандальное исполнение, проектироваться с учетом окружающей архитектуры и индивидуального запроса заказчика.

В разные времена года на остановочных пунктах вблизи социально значимых объектов периодически можно наблюдать значительное скопление людей, что обуславливается продлением времени ожидания для части из них, так как число людей на остановочном пункте превышает количество человеко-мест в транспортном средстве. На основании данной проблемы было разработано решение: проектировать остановочные пункты в местах большого скопления людей и вблизи социально значимых объектов.

Для предоставления информации о текущем местоположении транспортного средства интерактивные остановочные пункты должны быть связаны через сервер с транспортными средствами, оснащенными модулями GPS/ГЛОНАСС. Тогда пользователи смогут видеть маршруты движения транспортных средств на специальных сенсорных табло.

Также на остановочном пункте важно поддерживать оптимальную температуру, исходя из погодных показателей, т.е. внедрить систему «климат-контроль» в закрытых остановочных пунктах, например, в зимнее время на остановочных пунктах будет поддерживаться тепло и люди смогут зайти согреться, а летом – прохладно, чтобы пассажиры не перегревались на солнце при ожидании транспортного средства. В холодное время года на остановочных пунктах целесообразно расположить теплые лавки с инфракрасными обогревателями.

В свете выше изложенного можно выделить следующие требования к проектированию интерактивных остановочных пунктов:

- использование легких, экологичных и недорогостоящих материалов;
- удобство при эксплуатации, вместительность;
- снабжение пассажиров, ожидающих транспортные средства, всей необходимой информацией.

Размер остановочного павильона должен быть определен с учетом количества людей, одновременно находящихся в час пик на остановочном пункте.

В заключении подчеркнем, что проектирование и внедрение интерактивных остановочных пунктов в городе Минске будет способствовать повышению эффективности и привлекательности перевозок пассажиров в регулярном сообщении за счет ряда преимуществ:

1) при ожидании транспортного средства пассажиры будут проинформированы о точном времени его прибытия;

2) жители столицы и его гости с помощью интерактивных экранов смогут ознакомиться со всеми возможными маршрутами и выбрать для себя оптимальный;

3) пассажиры смогут связаться с диспетчером с помощью «тревожной» кнопки, если произойдет непредвиденная ситуация и понадобится помощь.

ЛИТЕРАТУРА

1. Стратегия инновационного развития транспортного комплекса Республики Беларусь до 2030 года [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.rw.by/corporate/press_center/reportings_interview_article/2015/03/strategija_innovacionnogo_razv. – Дата доступа: 20.04.2022.

2. Умная остановка: технологии на службе общества [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://trasscom.ru/blog/umnaya-ostanovka>. – Дата доступа: 02.05.2022.

3. Большинство минских остановок станут «умными», как на Немиге [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://realt.onliner.by/2020/06/24/bolshinstvo-ostanovok-stanut-umnymi>. – Дата доступа: 08.05.2022.

4. «Умные остановки» или столица 21-ого века [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://habr.com/ru/post/166141>. – Дата доступа: 10.05.2022.

5. Что значит «умная остановка»: комплектация современных остановок общественного транспорта [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.infpol.ru/221639-cto-znachit-umnaya-ostanovka-komplektatsiya-sovremennykh-ostanovok-obshchestvennogo-transporta>. – Дата доступа: 10.05.2022.

6. Гаджеты, безопасность и комфорт. Чем еще привлечет пассажиров «умная» остановка? [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://minsknews.by/gadzhetyi-bezopasnost-i-komfort-chem-eshhe-privlechets-passazhirov-umnaya-ostanovka>. – Дата доступа: 10.05.2022.

ПРОРЫВНЫЕ ИННОВАЦИИ В ОБЛАСТИ ПОГРУЗОЧНОЙ ТЕХНИКИ И ЛОГИСТИКИ

Бондарь Е. В., студ., **Видрук Д. А.**, студ.,
Алисеенко Д. С., ст. преп.,
Белорусский национальный технический университет,
г. Минск, Республика Беларусь

В XXI веке с каждым годом появляется все большее количество новых технологических инновационных платформ. Под «прорывными инновациями» подразумеваются такие инновации, которые открывают новый технологический цикл, новый цикл инновационного бизнеса, поскольку их предназначение – полностью сменить технологию и кардинально изменить рынок. Прорывные инновации образуют фундамент для революционного прорыва в технике, формирования новых направлений ее развития, создания новых отраслей. Комплексное применение таких инноваций способствует переходу к новому технологическому укладу.

На сегодняшний день главная роль в мире предпринимательства и бизнеса принадлежит «умной» логистике. Именно она дает возможность рассчитать оптимальные затраты и помогает производить экономию всех основных ресурсов.

Сегодня большинство логистических и транспортных организаций предлагают огромный спектр услуг, причем некоторые из них несколько лет назад были неизвестны. Прежде всего, логистику можно связать с быстрым развитием индустриального общества и общества потребления, когда планирование складирования, транспортировок и распределения приобретает первостепенное значение.

Инновация, как правило, рассматривается как какое-либо введенное в оборот новшество или нововведение, которое в свою очередь обеспечивает качественный рост эффективности работы определенных процессов или действующей системы.

Менеджерам сложно представить формирование и организацию работы цепей доставки информации между участниками транспортного процесса без возможностей быстрого реагирования на потребности рынка транспортных услуг. Ведущим фактором в управлении становится скорость обработки данных и получение необходимых

сведений.оборот информации влияет на эффективность управления предприятием, его финансовые успехи. Практическая реализация инноваций в логистике становится мощным инструментом повышения конкурентоспособности предприятий, а также роста конкурентоспособности выпускаемой ими продукции и оказываемых услуг.

На данный момент можно выделить несколько «прорывных инноваций», которые облегчили и улучшили работу в разы.

Интегральная тележка для взвешивания Activ Weigh компании Cascade – первая на рынке, которая объединяет возможности взвешивания в движении с функцией позиционирования с боковым смещением. Инновационный продукт позволяет операторам вилочных погрузчиков легко приближаться к грузу, регулировать расстояние между вилками, поднимать и немедленно взвешивать груз во время движения погрузчика.

«Интеллектуальные» зажимы СТХ являются полностью компьютеризированными и автоматизированными со встроенной функцией тестирования зажимов, чтобы гарантировать минимальное давление зажима, избавляя оператора от неопределенности и избегая овалности, вызванной чрезмерным усилием зажима.

Технология VETTER SmartFork – это интегрированная система управления, в которой установлены дополнительные функции, такие как датчики для измерения расстояния, присутствия, взвешивания и наклона. SmartFork Flash является простой, но эффективной функцией безопасности, состоящей из набора светодиодных лент, прикрепленных к внутренней и внешней сторонам вилки.

Китайский производитель вилочных погрузчиков Hangcha разработал серию электрических вилочных погрузчиков ХН, которые имеют низкое энергопотребление и синхронную систему с постоянными магнитами на основе платформы высокого напряжения (309 В). Новая система обладает такими преимуществами, как высокая эффективность, высокий крутящий момент, небольшое повышение температуры, малый размер и низкая частота отказов, что значительно повышает производительность и надежность инновационного продукта.

Топливо HVO100 – это полностью возобновляемая и не содержащая ископаемых химических веществ копия обычного дизельного топлива, состоящая в основном из растительных масел в сочетании с отходами и остаточным жиром. Возобновляемое топливо HVO100

почти так же, как и дизельное топливо, может использоваться в большинстве дизельных погрузчиков и позволяет сократить выбросы CO₂ на основе ископаемого топлива до 90%.

Таким образом, с помощью "прорывных" инноваций организация может создать более устойчивое конкурентное преимущество для своего бизнеса на рынке транспортных услуг.

ЛИТЕРАТУРА

1. Прорывные инновации в области погрузочной техники и логистики [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://kfork.ru/blog/luchshie-innovatsii-pogruzochnoy-tekhniki>. – Дата доступа: 14.03.2022.

2. Инновации в логистических системах [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/innovatsii-v-logisticheskikh-sistemah>. – Дата доступа: 15.03.2022.

УДК 656.7.025

«БЕСПИЛОТНАЯ» ЭВОЛЮЦИЯ В СФЕРЕ РЕКЛАМЫ И ТРАНСПОРТИРОВКИ МЕЛКИХ ГРУЗОВ

Видрук Д. А., студ., **Зеленевский М. В.**, студ.,
Алисеенко Д. С., ст. преп.,

Белорусский национальный технический университет,
г. Минск, Республика Беларусь

XXI век отличается внедрением большого количества инноваций. К их числу принадлежат беспилотные летательные аппараты (БПЛА), или дроны. Область использования БПЛА достаточно широка: перевозка мелких грузов, контроль сельскохозяйственных угодий, точечное земледелие, анализ состава воздуха, спасение людей, рекламная деятельность.

Далее из предложенных направлений более подробно рассмотрим организацию рекламной деятельности посредством дронов и транспортировку мелких грузов.

Дронвертайзинг – это вид рекламы, при котором ее инновационным носителем является БПЛА. Использование дронов в рекламной деятельности имеет ряд преимуществ. В отличие от других видов рекламы, рекламно-информационный дрон в силу своей неординарности способен создавать более благожелательное отношение к рекламируемой услуге или товару. Согласно статистическим данным, около ¼ информации, распространяемой таким образом, достигает адресата и оказывает положительное влияние на последующие покупки. Для изготовления «летающего баннера» предлагается использовать жесткие материалы, так как они не будут засвечены солнцем, создавая четкое, хорошо читаемое рекламное изображение. Более того, имеет смысл создавать «летающий баннер» двусторонним, предлагая изображения с двумя разными рекламами.

Что касается сферы применения дронов в области доставки товаров, то при организации транспортировки груза изначально покупатель делает онлайн-заказ, указывая способ доставки с помощью БПЛА. Далее в логистическом центре организации товар, выбранный клиентом, помещается в отсек в нижней части дрона или крепится непосредственно к самому летательному аппарату, и БПЛА отправляется по указанному адресу, где приземляется, осуществляет выгрузку товара и возвращается в обратном направлении.

Существует несколько способов получения покупателем товара. Клиент может забрать с земли упаковку с грузом. Также он может получить посылку, доставая её из отсека спустившегося на землю дрона или отсоединяя от веревки спускового механизма, благодаря которому БПЛА может не садиться на землю.

Компания Amazon, крупнейший Интернет-ритейлер, одна из первых анонсировала свой самый быстрый способ доставки покупок с помощью дронов – Amazon Prime Air. Проект от Amazon предполагает, что склады для товаров, которые ждут доставки, будут находиться на аэростатах как логистических центрах для хранения грузов и запуска БПЛА. Данная идея целесообразна, т.к. аэростаты располагаются в воздухе, и дронам не придется постоянно преодолевать большие расстояния к месту хранения посылок.

Кроме разработки БПЛА, компания Amazon сформулировала концепцию разделения аэровоздушного пространства между пилотируемой авиацией и дронами (рисунок 1).

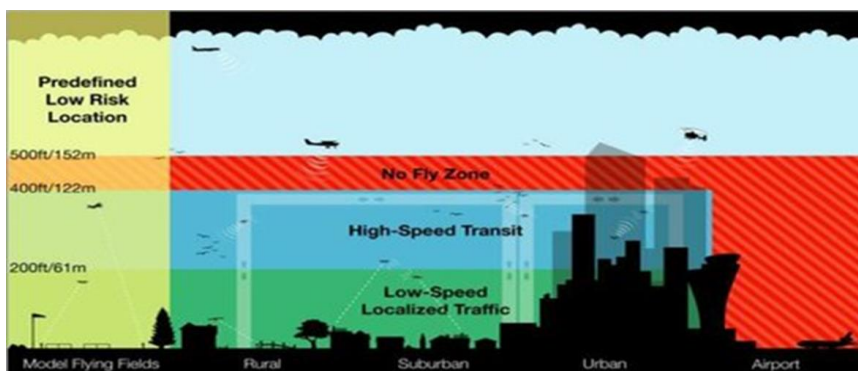


Рисунок 1 – Разделение аэровоздушного пространства между пилотируемой авиацией и дронами

В качестве груза могут быть складские товары, продукты, готовые блюда, медикаменты и образцы крови.

К преимуществам данного способа перевозки можно отнести его быстроту, безопасность, доставку «до двери», уменьшение воздействия на окружающую среду, транспортировку в труднодоступные точки местности, снижение стоимости перевозки.

В заключении можно сделать вывод, что расширение сферы применения БПЛА является достаточно перспективным направлением современных исследований.

ЛИТЕРАТУРА

1. Как доставка дронами может изменить наши дома и города [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://hightech.fm/2020/12/08/new-town-drones>. – Дата доступа: 12.03.2022.

2. В Минске тестируют доставку еды дронами [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://devby.io/news/drony-dostavka-edy>. – Дата доступа: 12.03.2022.

УПРАВЛЕНИЕ ДВИЖЕНИЕМ В РАБОЧИХ ЗОНАХ (УМНЫЕ РАБОЧИЕ ЗОНЫ)

Петницкая Е. А., студ., **Кустенко А. А.**, ст. преп.,
Белорусский национальный технический университет,
г. Минск, Республика Беларусь

На долю столкновений с ударом сзади приходится 28 % всех дорожно-транспортных происшествий. Они особенно проблематичны в рабочих зонах, когда водители сталкиваются с внезапно замедляющимся или останавливающимся без предупреждения транспортным потоком. Для предотвращения таких дорожно-транспортных происшествий, нужно заранее уведомлять водителей о том, что движение впереди замедлилось или остановилось, давая им время соответствующим образом скорректировать свое вождение.

Системы «умных» рабочих зон отлично справляются с этой задачей. Они предназначены для лучшего информирования автомобилистов, прогнозирования времени в пути, задержек или текущей скорости в рабочей зоне в режиме реального времени, сокращения заторов и повышения безопасности для автомобилистов и рабочих. Эти системы могут использоваться для предоставления информации автомобилистам в режиме реального времени во время инцидентов, временных закрытий или любых неожиданных условий на дороге.

Приложение системы использует радарные датчики, установленные на портативных прицепах перед закрытием полосы движения в рабочей зоне. Данные о скорости и объеме анализируются и, если они превышают определенные пороговые значения, активируется знак переменной информации, расположенный в нескольких километрах от рабочей зоны.

Сообщение уведомляет водителей о том, что движение впереди замедлилось или остановилось. Это позволяет водителям принимать обоснованные решения и дает им больше времени для подготовки к замедлению, в результате уменьшается количество столкновений сзади.

Информация предоставляется в режиме реального времени и повышает безопасность автомобилистов и строительных рабочих, особенно в ночное время. Эти системы портативны, легко устанавливаются и обеспечивают эффективное информирование водителей.



Рисунок 1 – Системы «умных» рабочих зон

ЛИТЕРАТУРА

1. ИТЦ-М [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.itc.by/news>. – Дата доступа: 14.05.2022.
2. Дорнадзор [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://dornadzor-sz.ru/services/proektirovanie/its>. – Дата доступа: 14.05.2022.

ИНТЕРАКТИВНЫЕ ДОРОГИ – НОВЫЙ ВИД ТРАНСПОРТНОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ

Бугаёва Д. Л., студ., Кустенко А. А., ст. преп.,
Белорусский национальный технический университет,
г. Минск, Республика Беларусь

Транспорт является одним из важных условий развития современного общества и экономики. Перевозка товаров и людей способствовала успеху в бизнесе и созданию новых городов. Создание хорошей транспортной инфраструктуры — это одна из основных задач любого государства. Дорогу часто упускают из виду при обсуждении будущего развития и цифровой трансформации современной транспортной инфраструктуры. Сама дорога может стать платформой для удивительного множества инноваций.

Дороги можно модернизировать с помощью технологий связи, освещения и передачи электроэнергии, которые могут поддерживать устойчивость, повышать безопасность вождения, что, в свою очередь, приведет к уменьшению количества ДТП.

Проект Smart Highway предусматривает строительство интерактивных и экологических дорог, которые умеют реагировать на внешние воздействия и изменения в окружающей среде.

Умные дороги включают в себя сами дороги, умные уличные фонари, умные дорожные знаки и автономные автомобили, движущиеся по этим дорогам. Системы и приложения, которые делают возможным использование интеллектуальных дорог, включают сети связи, сенсорные сети Интернета, а также приложения для обработки больших данных и искусственного интеллекта.

IP-сети, поддерживающие работу системы интеллектуальных дорог, передают критически важную информацию от множества точек, распределенных в широкой зоне покрытия с разнообразным рельефом и климатом. Каждый вариант использования зачастую имеет свои уникальные особенности и схемы передачи данных. В одних случаях требуется постоянное и высокое качество соединения, например, при передаче видео и медиа-трафика, в других – нагрузка на сеть будет меньше.

Освещение на умных дорогах будет включаться непосредственно только перед проезжающими автомобилями, что более экологично. Использование интернета позволит дорогам собирать актуальную информацию о трафике и погоде. Трасса сама будет сообщать водителям машин о том, что их ожидает на пути, про актуальные погодные условия впереди (ветер, дождь, снег, мокрый или скользкий асфальт), а также про заторы и дорожно-транспортные происшествия.

На умных дорогах аналоговые дорожные указатели станут цифровыми и станут беспроводными за счет использования архитектуры цифровых указателей «клиент-сервер» с радиопередатчиком. Затем конкретный знак передается по беспроводной сети встречному транспорту. Приемное устройство, находящееся в автомобиле, уловит сигнал беспроводного знака и предупредит (устно или на дисплее) водителя об этом. Это полностью избавляет водителей от необходимости следить за знаками во время вождения, и они могут сосредоточить свое внимание на том, что происходит впереди.

Навигация в режиме реального времени предупреждает водителей о задержках и помогает им выбрать самый быстрый маршрут. Умные приложения для парковки указывают им прямо на доступные места, экономя время, потраченное на бесполезные кружения по городским кварталам.

Умная дорога Smart Highway сможет также посредством индукции заряжать аккумуляторы электромобилей, едущих по ней. Это позволит такого рода машинам передвигаться даже на самые большие расстояния не боясь того, что батареи разрядятся в самый неудобный момент – посреди поля, вдалеке от розеток.

Технология высокоскоростного взвешивания в движении (HS-WIM) позволит динамически взвешивать транспортные средства со скоростью до 130 км/ч, поэтому, необходимости снижать скорость или останавливаться не будет. Кроме того, помимо общей массы транспортного средства, системы HS-WIM могут автоматически записывать и отображать вес колесной нагрузки, вес осей и другие параметры. Эти системы хорошо подходят для контроля веса, контроля нагрузки на мосты, платных дорог и сбора данных о дорожном движении.

Как показывают приведенные выше примеры, новые технологии могут в ближайшие годы революционизировать автомобильный

транспорт, сделав его гораздо более персонализированным обслуживанием для пользователей дорог, как частных, так и коммерческих. Умные дороги приведут к большей автоматизации, более высокой энергоэффективности, снижению затрат, повышению общественной безопасности, более чистому воздуху, более зеленой окружающей среде, уменьшению пробок на дорогах, уменьшению количества аварий и смертельных случаев и, следовательно, улучшению общего качества жизни горожан.

ЛИТЕРАТУРА

1. Интеллектуальные дороги – Smart Highways [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://comptek.ru/news/cambium/5121>. – Дата доступа: 09.04.2022.

2. Технология Smart Road: цифровые магистрали будущего [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://vrioeeurope.com/en/smart-road-technology-digital-highways-of-the-future>. – Дата доступа: 09.04.2022.

3. Умные дороги [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.nanowerk.com/smart/smart-roads-explained.php>. – Дата доступа: 09.04.2022.

УДК 656.1

ПУТИ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ ПЕРСОНАЛА ТРАНСПОРТНЫХ ОРГАНИЗАЦИЙ

Кобель А. О., студ., **Бичель В. В.**, студ.,
Алисеенко Д. С., ст. преп.,

Белорусский национальный технический университет,
г. Минск, Республика Беларусь

Персонал – это один из решающих факторов эффективной деятельности любой организации. Для достижения наивысшей производительности труда и получения прибыли предприятия его работники должны быть высококвалифицированными специалистами с опытом

работы в данной сфере деятельности. Для любой организации наличие таких работников в достаточном количестве очень ценно.

Работники транспортного предприятия, связанные с процессом производства услуг, являются производственным персоналом организации. Примечательно, что в результате их активной высококвалифицированной деятельности возможно увеличение спроса на городские пассажирские перевозки в регулярном сообщении, повышение объема перевозок, улучшение количественных и качественных показателей работы предприятия.

Отсутствие должной квалификации, уровня знаний, умений и навыков не позволяет работникам быть профессиональными, информационными и координирующими центрами производственного процесса. Вследствие этого предприятие недополучает возможную прибыль и работает с низкой рентабельностью.

Достижение максимального соответствия возможностей и компетенций работника требованиям организации решает функция развития персонала. С этой целью для работников создаются гармоничные условия с целью их всестороннего развития как высококвалифицированных специалистов.

Анализ источников позволил выявить показатели сформированности профессиональной компетентности работников:

- эффективность их деятельности;
- владение арсеналом знаний, умений и навыков, необходимых для решения профессиональных задач;
- оптимальная интенсивность и напряженность труда;
- самоорганизация;
- низкая зависимость от внешних факторов;
- владение современными средствами решения профессиональных задач;
- стабильность высоких показателей деятельности;
- высокий уровень развития личностно-деловых и профессионально значимых качеств, в том числе умение разрешать конфликтные ситуации.

Традиционно транспортное предприятие имеет следующие категории работников: рабочие (ремонтные рабочие, водители, вспомогательные рабочие) и управленческий аппарат.

Специалисты транспортного предприятия имеют различные функциональные обязанности, связанные с организацией и выполнением перевозок пассажиров, обеспечением технической исправности и работоспособности транспортных средств, организацией финансово-экономической деятельности предприятий, организацией и обеспечением экологической безопасности транспортного комплекса, контролем инспекторской, сертификационной, лицензионной и торгово-снабженческой деятельностью.

Преобладающей категорией работников являются рабочие, в том числе и водители. Водителю отводится значительная роль в деятельности транспортной организации. С целью повышения эффективности работы водителей предлагается усовершенствовать систему их подготовки в автошколе с помощью следующих мероприятий:

- модернизация материально-технической базы для подготовки водителей;
- приобретение опыта вождения в час пик;
- обучение экстремальному вождению;
- установление рейтинговой системы оценки мастеров производственного обучения управлением механическими транспортными средствами;
- моделирование различных дорожных условий и ситуаций на дороге;
- поэтапное получение водительского удостоверения с учетом прохождения первой тысячи километров;
- в течение первого года после получения водительского удостоверения водителю необходимо развить навыки вождения транспортного средства при помощи более опытного водителя.

На сегодняшний день существует проблема текучести кадров в сфере транспортной деятельности, причинами которой могут стать различные факторы: недоброжелательный коллектив, авторитарный стиль управления, низкая заработная плата. Во время рыночных отношений зачастую заработная плата играет решающую роль, так как она является мотивом к самосовершенствованию и желанию принести предприятию прибыль.

Положительное мнение руководства о работнике также может послужить мотивом к труду, поэтому существует необходимость еще более широкого использования методов нематериального стимули-

рования работников: поощрений в виде почетных грамот, благодарственных писем, иных наград в канун праздников или по итогам каких-либо важных производственных заданий, мероприятий; публичной похвалы работников на пятиминутках, совещаниях, собраниях. Сюда же можно отнести предоставление линейным руководителям большей самостоятельности в вопросе принятия тактических решений, делегирования им части соответствующих полномочий. Выборочное повышение окладов основному производственному персоналу и наиболее проблемным группам: водителям, высококвалифицированным слесарям-ремонтникам, поскольку для этих групп кадровый дефицит и текучесть являются максимальными.

Для оценки работников применяются методы анкетирования, тестирования, интервьюирования персонала с целью выявить уровень владения знаниями, умениями, навыками и выяснить потенциальные зоны дальнейшего профессионального роста.

Обеспечение транспортных организаций специалистами в необходимом количестве и требуемой квалификации реализуется действующей системой профессионального образования, переподготовки и повышения квалификации специалистов транспортного комплекса.

Показателями профессиональной компетентности также являются умение работников налаживать коммуникацию с клиентами и другими работниками, грамотное ведение диалога и знание специфики своей деятельности и функционирования предприятия. Поэтому предлагается включить в систему необходимых курсов для специалистов курсы/тренинги развития коммуникативных навыков и умения разрешать конфликтные ситуации.

Профессиональное мастерство работников достигается путем получения образования, постоянного самосовершенствования, прохождением курсов повышения квалификации. Но для того, чтобы его поддерживать на должном уровне, в первую очередь необходим высокий уровень мотивации к труду у самого работника. К методам стимулирования мотивации персонала относят денежное вознаграждение, моральное стимулирование труда, здоровое соперничество.

Высокий уровень профессиональной компетентности необходим работнику для получения качественных и количественных результатов, а в рамках предприятия – для получения прибыли, поддержания конкурентоспособности и привлечения новых клиентов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Влияние профессионализма персонала на эффективность процессов автосервисных предприятий [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://uz.denemetr.com/docs/769/index-319716-1.html?page=6>. Дата доступа: 24.04.2022.
2. Развитие кадрового потенциала АТП [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://pandia.ru/text/80/309/546.php>. – Дата доступа: 24.04.2022.
3. Проблемы управления персоналом автотранспортного предприятия и пути их решения [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.stud284.ru/management/problemu-upravleniya-personalom-avtotransportnogo-predpriyatiya/223442-654325-page3.html>. Дата доступа: 24.04.2022.
4. Совершенствование системы управления автотранспортной компании [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://otherreferats.allbest.ru/management/01060767_1.html. – Дата доступа: 24.04.2022.

УДК 656.13

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРИМЕНЕНИЯ ПЕРЕДВИЖНОГО ПОЛА В ПОЛУПРИЦЕПАХ

Жук Д. А., студ., **Кустенко А. А.**, ст. преп.,
Белорусский национальный технический университет,
г. Минск, Республика Беларусь

В наше время представлено большое количество видов и конструкций полуприцепов на рынке грузового автотранспорта. Варианты можно найти самые разные, тем самым идеальным образом приспособив транспортное средство под свои нужды. И интересным и актуальным решением, например, для сельскохозяйственных перевозок становятся полуприцепы с подвижным полом.

Достаточно часто под подвижным полом подразумевают сдвижной пол, на самом же деле речь здесь идет абсолютно о другом. По-

движный пол в полуприцепе действительно движется – то есть происходит его колебание за счет приведения в движение специальных направляющих. С помощью такой конструкции удастся равномерно распределить груз, особенно сыпучий, по периметру полуприцепа. Получается быстро, а главное, безопасно, так как груз вы таким способом точно не повредите.

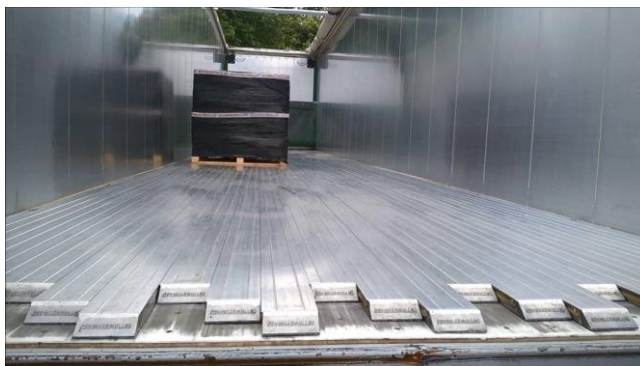


Рисунок 1 – Передвижной пол в полуприцепе

Планки, находящиеся на днище полуприцепа, приводятся в действие с помощью гидравлики тягача. Принцип действия подвижного пола осуществляется при помощи поочередно движущихся планок.

На первом этапе приходит в движение каждая третья планка. При этом груз остается лежать на неподвижных планках. Следующий этап – это одновременное движение всех планок, которое обеспечивает дальнейшее перемещение груза к заднему порталу. Полуприцеп объемом до 90 м³ полностью выгружается в течение 8-ми минут.

За счет движения направляющих, у которых есть своя периодичность и цикл движения. Таким образом удастся избежать крена полуприцепа из-за некорректного распределения груза по поверхности кузова, а еще в значительной степени упрощает и убыстряет процесс погрузки и выгрузки полуприцепа.

Подвижный пол позволяет осуществлять разгрузку дозированно. То есть если не нужно высыпать сразу весь торф или глинозем, можно придвинуть с помощью направляющих подвижного пола ко входу часть сыпучего груза и отсыпать его. Также и при погрузке, не

нужно будет самостоятельно продвигать груз вперед, это можно будет сделать с помощью «шагающих» направляющих.

На сегодняшний день полуприцепы с подвижным полом являются перспективной и актуальной альтернативой обычным фургонам, особенно в тех случаях, когда речь идет о транспортировке сыпучих или штучных грузов по типу мешков, рулонов и так далее.

Из плюсов данного вида транспортного средства можно отметить еще и то, что полуприцепы: оборудованы свертываемым тентом по всему периметру кузова, что позволяет защитить перевозимый груз, могут иметь разный по текстуре пол – пластик, керамзит, алюминий и так далее, так же пол может быть гладким или рифленным, а это в свою очередь позволяет найти идеальный вариант для перевозки какого-то конкретно сыпучего груза.

ЛИТЕРАТУРА

1. Полуприцепы с подвижным полом [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:Tz3emzo4yRw>. – Дата доступа: 08.03.2022.

2. Cargo floor [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.cargofloor.com/ru/moving-floor-info>. – Дата доступа: 08.03.2022.

УДК 656.13

СОВРЕМЕННЫЕ СПОСОБЫ МОДЕРНИЗАЦИИ СИСТЕМЫ СКЛАДИРОВАНИЯ

Кобель А. О., студ., **Кустенко А. А.**, ст. преп.,
Белорусский национальный технический университет,
г. Минск, Республика Беларусь

В настоящее время остро стоит вопрос об организации эффективной системы складирования. Многие руководители и работники складов не умеют правильно рассортировать товар, организовать расстановку его по более выгодным местам, не выполняют правила техники безопасности, не обращают внимания на правила хранения товара. Пренебрегая современными девайсами, которые обеспечивают быстрое выполнение поставленных задач, теряется еще и

время. Целью этого доклада было предложить руководителям складов современные варианты модернизации системы складирования и доказать их удобство и эффективность.

Эффективным решением будет использование современных приложений, программ и различных устройств, помогающих как распределить обязанности между сотрудниками, так и быстро перенести товар с полки хранения в руки получателю.

Warehouse Management System (WMS) – система управления складом.

С помощью приложения можно сообщить специфику задания, распределить обязанности между сотрудниками, отследить перемещение товара по территории склада.

EDI communication - электронный обмен данными.

Программа обеспечивает обмен бизнес-документами (например, заказы на покупку или накладные) между компаниями.

Радиочастотная идентификация (RFID).

Данная технология позволяет использовать радиоволны для передачи информации от метки, помещенной на товаре, к портативному устройству (например, ридеру).

Единый сайт, показывающий каталог складов, соответствующих требованиям заказчика.

Сайт, позволяющий выбрать склад исходя от определенных критериев заказчика.

Летательные аппараты.

Могут использоваться для быстрого и точного просмотра наличия товара с помощью встроенных камер видеонаблюдения.

Передовые системы транспортировки.

Механизированные аппараты, способные быстро и безошибочно рассортировать грузы по видам, особым требованиям, местам назначения или заказчикам, а также при подаче специальной команды переместить товар в нужное место.

Многослойные системы хранения и их разбиение по видам.

Стеллажи с максимальным количеством полок, соответствующих габаритам и особенностям хранения или использования определенных грузов.

Система светового и звукового ориентира.

Данная система позволит быстро находить товар и легко ориентироваться между полками и стеллажами путем светового мигания и подачи звука около секции, где расположен товар.

Использование данных информационных систем и механизированных устройств позволит владельцу склада эффективно использовать свободное место для хранения товара или груза, оптимизировать количество работников, уменьшить время обработки информации, рационализировать расстановку груза и его перемещение между точками, что повлияет на увеличение выручки.

ЛИТЕРАТУРА

1. Что такое WMS-система: как пользоваться программой для управления складом? [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.cleverence.ru/articles/biznes/chto-takoe-wms-sistema-kak-polzovatsya-programmoy-dlya-upravleniya-skladom>. – Дата доступа: 08.03.2022.

2. Основные проблемы функционирования склада и пути их решения [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://lsconsulting.ru/osnovnye-problemy-funkcionirovaniya>. – Дата доступа: 08.03.2022.

3. 10 warehousing tech innovations from around the world [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://transport-exhibitions.com/Market-Insights/Cold-Chain/Archive/Warehousing-Innovations-New-Technology>. – Дата доступа: 08.03.2022.

ПЛЮСЫ И МИНУСЫ СЛОЖНЫХ ТРАНСПОРТНЫХ РАЗВЯЗОК

Бондарь Е. В., студ., **Сазанков Н. О.**, студ.,

Волынец А. С., ст. преп.,

Белорусский национальный технический университет,

г. Минск, Республика Беларусь

Транспорт – это единая система, где работа каждого элемента тесно связана с работой других ее компонентов. При рассмотрении транспортных проблем следует уделять внимание разным уровням и концентрироваться не только на отдельном объекте или территории, но анализировать более широкий контекст, чтобы понять влияние изменений на систему в целом. Исходя из того, что города увеличиваются, им будет характерна большая интенсивность движения, поэтому необходимо устраивать транспортные развязки с непрерывным движением на обеих дорогах. Но при всем этом необходимо выделять наиболее мощные сворачивающие потоки и подбирать для них наиболее комфортные условия движения с помощью правильного расположения съездов. Узлы автомобильных дорог в разных уровнях называются транспортными развязками, а в одном уровне – пересечениями автомобильных дорог.

Перекресток – это место пересечения, примыкания или разветвления дорог на одном уровне.

Транспортная развязка – это инженерное сооружение, устраиваемое на пересечениях и примыканиях автомобильных дорог, включающее один или несколько путепроводов и систему соединительных ответвлений, обеспечивающих движение всех или только основных пересекающихся транспортных потоков в разных уровнях.

Полная транспортная развязка – пересечение (примыкание) дорог в разных уровнях, на котором отсутствуют опасные точки пересечения транспортных потоков и сохраняются точки разделения и слияния этих потоков.

Неполная транспортная развязка – пересечение дорог в разных уровнях, на котором имеются точки пересечения транспортных потоков на второстепенной дороге или отсутствует возможность поворота по одному из направлений.

Транспортные развязки на автомобильных дорогах в разных уровнях классифицируются по начертанию в плане и способам организации движения на них.

По начертанию в плане транспортные развязки можно разделить на следующие группы: клеверообразные; кольцевые; крестообразные; сложные пересечения с полупрямыми и прямыми левоповоротными съездами; примыкания.

По способу организации левого поворота: не прямые; по кольцу; полупрямые; прямые.

Наибольшее распространение получили клеверообразные пересечения автомобильных дорог с непрямыми левыми поворотами. Различают развязки типа: полный клеверный лист, обеспечивающий полную развязку движения по всем направлениям; обжатый клеверный лист, устраиваемый в стесненных условиях городской застройки.

К достоинствам полных клеверных пересечений относят обеспечение развязки движения транспортных потоков по всем направлениям без пересечения потоков при двух пересекающихся магистралях. Стоимость строительства развязок типа клеверного листа невысока, поскольку они имеют один путепровод.

К недостаткам относят ограничение сферы применения – большая площадь, занимаемая развязкой; повороты налево автомобили совершают с малыми скоростями со значительными перепробегам, при этом увеличивается время проезда узла; вследствие значительной длины съездов относительно высокими оказываются объемы и стоимости земляных работ и дорожной одежды; необходимость дополнительных мероприятий для обеспечения безопасного движения пешеходов.

Рассматривая кольцевые пересечения автомобильных дорог, стоит заметить, что они характеризуются наибольшей простотой организации движения, однако требуют строительства от двух до семи путепроводов, а также большой площади отчуждения земель.

Из-за роста количества транспорта, возникает необходимость в строительстве автодорог, на пересечении которых должны отсутствовать заторы и задержки передвижения, а также сведена к нулю вероятность возникновения ДТП.

Проектное решение участков примыкания транспортных потоков должно обеспечивать достаточную пропускную способность и безопасные условия для совершения маневра вливания второстепенного транспортного потока в основной. Расположение участков примыкания транспортных потоков к основным направлениям следует осуществлять с правой стороны по ходу движения.

Безопасные условия для вливания второстепенного транспортного потока в главный следует обеспечивать устройством полос разгона параллельного типа.

Проектирование транспортных развязок начинается с оценки возможностей и ограничений, определения класса магистралей, которые пересекаются. Если пересекаются дороги первого класса, то на поворотах должно быть обеспечено бесветофорное движение, для дорог второго класса могут быть установлены светофоры и дорожные знаки. На проектной стадии изучают ситуацию на месте, собирают информацию об интенсивности потока, создают модели будущей развязки. При расчетах должны быть учтены все факторы, в том числе сезонные и суточные перепады температуры, интенсивная нагрузка.

Благодаря современным возможностям компьютерного моделирования можно на стадии проектирования разработать имитационные модели и оценить работу принятых решений.

ЛИТЕРАТУРА

1. Выбор принципиальной схемы транспортной развязки [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://transspot.ru/2012/09/17/vybor-principialnoj-sxemy-2>. – Дата доступа: 25.03.2022.

2. Каковы плюсы и минусы кольцевой транспортной развязки по сравнению с перекрестком светофора? [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://qastack.ru/engineering/63/what-are-the-pros-and-cons-of-a-traffic-circle-versus-a-traffic-light-intersection>. – Дата доступа: 27.03.2022.

3. Самые сложные дорожные развязки и опасные перекрестки [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://car-zvuk.ru/novosti/dorozhnaya-razvyazka.html>. – Дата доступа: 27.03.2022.

ПРОБЛЕМА БЕЗОПАСНОГО ОБГОНА БОЛЬШЕГРУЗНЫХ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ

Кенько А. М., студ., **Кустенко А. А.**, ст. преп.,
Белорусский национальный технический университет,
г. Минск, Республика Беларусь

Довольно часто легковые автомобили встречаются на дорогах с грузовыми фурами, обогнать которые бывает сложно, особенно новичкам водителям, не знающих правил «общения» с водителями. Некоторые водители в ситуациях обгона грузовой машины действуют, как будто обгоняют легковушку, что на самом деле опасно и может привести к трагическим последствиям. Грузовик далеко не легковая машина, а потому стоит придерживаться правил обгона, особенно если дорога узкая, что предполагает выезд на встречную полосу.

Современные грузовые автомобили имеют достаточно крупные габариты (в частности длина, высота, ширина). Автомобилям, движущимся за грузовыми автомобилями тяжело оценить ситуацию на встречной полосе движения и выполнить обгон.

Обгон грузовика на широкополосной дороге не составляет труда, так как без проблем можно перестроиться в соседнюю полосу. Гораздо сложнее обстоит дело, если обогнать необходимо фуру на двухполосной дороге и без знания сигнального языка общения между водителями тут не обойтись. Прежде, чем начать обгон необходимо занять правильную позицию, а именно ехать на дистанции чуть более двух метров, сбросив при этом передачу на одну. Эти действия необходимы для того, чтобы можно было разогнаться. После того, как позиция занята, необходимо сообщить о своем намерении обогнать, т.е. включить левый поворотник, так как обгон совершается всегда с левой стороны, по крайней мере, в странах, где принято правостороннее движение, и сдвинутся на полметра влево, немного выезжая на встречную полосу. Таким образом, открывается хороший обзор встречных машин. При отсутствии крутых поворотов, спуска или подъема, и естественно машин, маневр обгона можно начинать.

Для решения проблемы обгона большегрузных автомобилей компания Samsung Electronics в Аргентине представила первый грузовик, оснащенный технологией «Безопасный обгон», то есть большой грузовик с передней беспроводной видеокамерой (с режимом ночного видения).

В Аргентине каждый фирменный автопоезд оборудован фронтальными беспроводными камерами, прикрепленными к передней части грузовика, которые в режиме реального времени транслируют дорожную обстановку впереди на четыре монитора, смонтированных на задних дверях полуприцепа.

Благодаря этому водитель, который едет сзади, видит дорогу как бы «сквозь фуру», может правильно оценить ситуацию впереди и начать обгон без риска столкнуться на встречной полосе с другим автомобилем, либо другими препятствиями.

В сумерках и в ночное время на грузовиках включается «режим ночного видения».

Еще одним преимуществом «Safety Truck» является то, что он может снизить риск несчастных случаев, вызванных внезапным торможением или пересечением дороги животными.

Это поможет повысить безопасность на дорогах общего пользования и предотвратить возможные дорожно-транспортные происшествия.

Можно сделать вывод, что технология «The Safety Truck» найдёт применение в сфере организации дорожного движения и поможет осуществить безопасный обгон грузовых автомобилей.

ЛИТЕРАТУРА

1. Технология «Безопасный грузовик» (Safety Truck) может стать революцией в безопасности дорожного движения [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://kiosksoft.ru/news/2015/06/26/4393>. – Дата доступа: 15.03.2022.

2. Безопасный грузовик Samsung [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://dnk.ru/events/185091>. – Дата доступа: 11.02.2022.

3. The Safety Truck Could Revolutionize Road Safety [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://news.samsung.com/global/the-safety-truck-could-revolutionize-road-safety>. – Дата доступа: 05.04.2022.

ИССЛЕДОВАНИЕ И ПРИМЕНЕНИЕ ТЕХНОЛОГИИ RFID

Рожко А. Г., студ., **Кустенко А. А.**, ст. преп.,
Белорусский национальный технический университет,
г. Минск, Республика Беларусь

Технология позиционирования с использованием RFID-радио (Radio Frequency Identification) является техникой автоматической идентификации на основе сохранения и приема сигналов от удаленного предмета с использованием смарт-карт(меток). Первоначально применение технологии RFID использовалось в промышленности или в службе безопасности. Но чтобы использовать технологию RFID в службе безопасности, этой технологии требуется проверка подлинности, и технология RFID ещё имеет недостатки. Благодаря встроенной технологии распознавания лица методом PCA, RFID не только преодолевает ограничения, но и будет широко использоваться в повседневной жизни людей, в таких системах, как мониторинг, управление с места и т. д. Технология радиочастотной идентификации (RFID – Radio Frequency Identification) основана на считывании уникального кода с RFID-метки. При этом, она обладает следующими особенностями:

RFID-метки могут быть считаны дистанционно и за несколько секунд – до 1000 меток;

Для считывания метки необязательно обеспечение её прямой видимости.

Также радиочастотные метки устойчивы к внешнему воздействию и могут быть установлены внутри объекта, что позволяет использовать их в тяжелых или даже неблагоприятных условиях. Например, бирки с RFID-метками можно вшить в спецодежду, которая будет подвергаться интенсивной обработке в прачечных. Дополнительный эффект от скрытой установки меток — повышение сохранности отдельно взятых вещей и общего уровня безопасности в организации.

Основные компоненты RFID-системы.

Считыватель (ридер). Предназначен для обработки данных с антенны и передачи их в информационную систему. И наоборот. Мо-

жет быть мобильным, настольным, стационарным. Обычно мобильные ридеры встраиваются в терминалы сбора данных или предлагаются в качестве аксессуара к ним.

Антенна - устройство для считывания меток.

RFID-метки. Могут быть изготовлены в виде наклеек и поставляться в рулонах. Другой распространенный вид - корпусные метки с магнитным или механическим креплением. Зачастую они небольшого размера. Обладают различной степенью защиты: от пыли, влаги, загрязнений, экстремальных температур.

RFID-принтер. Нужен для записи рулонных меток.

Программное обеспечение – самый важный и сложный компонент. Здесь закладываются все принципы, по которым работает система, и здесь же производятся все операции, включая обмен данными с внешней программой учета.

Таким образом, с внедрением RFID-системы на государственном предприятии или в частной компании становится возможным:

- быстрое проведение инвентаризации,
- дистанционный контроль за перемещением имущества, инструмента, автотранспорта, персонала,
- поиск объектов,
- создание RTLS-систем.

1. Технология радиочастотной идентификации (RFID) в логистике / Журнал «Автоматизация производства», № 11, 2016.

2. RFID-технологии в обслуживании пользователей [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://core.ac.uk/download/pdf/151224645.pdf>. – Дата доступа: 07.03.2022.

УМНЫЙ ОСТАНОВОЧНЫЙ ПУНКТ ОБЩЕСТВЕННОГО ТРАНСПОРТА

Хвитько Р. А., студ., **Алисеенко Д. С.**, ст. преп.,
Белорусский национальный технический университет,
г. Минск, Республика Беларусь

Умный остановочный пункт общественного транспорта – это интерактивный остановочный пункт, оборудованный дополнительными функциями для комфортного ожидания наземного городского маршрутизированного транспорта (автобусов, троллейбусов, трамваев, маршрутных такси), а также безопасной посадки и высадки пассажиров.

С развитием городов и ростом численности городского населения, сопровождаемых увеличением количества общественного и личного транспорта, возникает вопрос централизованного управления автомобильным трафиком, составления дорожных карт. Одним из вариантов решения данной проблемы является использование умных остановочных пунктов общественного транспорта на улицах города. Умные остановочные пункты общественного транспорта оснащены интеллектуальной информационной системой, которая позволяет получать данные о расписании следования маршрутных транспортных средств, времени ожидания, стоимости проезда и т. д. Также такая система может служить площадкой для размещения рекламы. В будущем возможно предусмотреть оснащение умных остановочных пунктов общественного транспорта терминалами для покупки билетов.

При ожидании наземного городского маршрутизированного транспорта пассажиры хотят пребывать в комфорте и тепле, но не могут из-за того, что нынешние остановочные пункты требуют ремонта и модернизации.

Даже самый обыкновенный остановочный пункт общественного транспорта всегда оказывается более сложным в функциональном отношении объектом, чем может показаться на первый взгляд: это и рекламно-информационный носитель, и убежище от непогоды, и место общения.

Далее рассмотрим требования к конструкции предлагаемого остановочного пункта.

1. «Лёгкость» конструкции (объект не должен быть массивным и крупным).

2. Минимальные затраты материала.

3. Универсальность остановочного пункта (эстетически вписывается в архитектуру города).

4. Эргономичность, удобство в использовании.

5. Оснащенность всей необходимой информацией для ожидающих.

6. Вместительность.

Далее рассмотрим более детально каждое требование к конструкции остановочного пункта.

1. Предлагаемая конструкция имеет ряд преимуществ:

– модульная сборно-разборная конструкция позволит наращивать количество секций в зависимости от требований;

– монтаж может осуществляться без использования спецтехники, с помощью нескольких человек;

– сборка каркаса предусматривает то, что все электрические кабели заранее прокладываются внутри узлов, что снизит трудоёмкость и время монтажа;

– вся электрическая составляющая сохранит работоспособность при низких и высоких температурах;

– конструкция должна быть "антивандальная", с применением прочной стали, труб и закаленного стекла (триплекса).

– детали конструкции при необходимости ремонта можно легко и быстро снять и заменить.

2. Минимальные затраты материала:

– деревянная эколавка сегментирована, с опорой для людей пожилого возраста;

– лавка может быть сделана из дерева или переработанного искусственного материала.

– остановочный пункт должен быть сделан из трудно разрушимых материалов; стены состоят из прочного стекла; конструкция остановочного пункта безопасна и защищает пешеходов от погодных условий.

3. Универсальность остановочного пункта обосновывается тем, что люди ежедневно пользуются общественным транспортом и проводят какую-то часть своей жизни на остановочных пунктах в ожидании прибытия транспортного средства. На сегодняшний день начинают появляться остановочные пункты, оснащенные технологическими достижениями и современным дизайном:

- стиль – «минимализм»;
- сложные актуальные оттенки;
- комбинирование сочетающихся цветов;
- светодиодная яркая вывеска с названием остановочного пункта, которую можно легко заметить в любое время суток;
- внедрение солнечных батарей для экономии энергии или для тех остановочных пунктов, которые не подключены к электроэнергетике.

4. Эргономичность:

- стеклянные перегородки создают хорошую видимость прибывающего транспорта;
- крыша остановочного павильона имеет скат с задней стороны павильона;
- лавка располагается на комфортном по высоте уровне;
- в металлический разделяющий сегмент может быть встроено беспроводное зарядное устройство;
- на удобном по высоте уровне остановочного павильона размещена информация;
- освещение будет включаться автоматически благодаря наличию датчика освещенности и датчика движения.

5. Информационная панель оказывает «интерактивные услуги», предоставляющие важную информацию и развлекательный сервис:

- ознакомиться с расписанием;
- узнать прогноз погоды (температуру);
- узнать, где находятся транспортные средства в реальном времени, увидеть пробки и дорожную ситуацию (ремонт дорог, ДТП);
- спланировать свой маршрут на интерактивной карте, выбрав наиболее короткий путь к месту назначения;
- посмотреть рекламу на электронной доске.

Рассмотрим различные виды возможной рекламы.

Баннерная реклама. Одним из наиболее широко распространенных элементов рекламы в сети Интернет являются баннеры. Баннерная реклама остается сегодня одним из самых популярных и эффективных способов привлечения клиентов. Кроме того, она служит хорошим инструментом имиджевой рекламы.

Радиореклама. По данным английских социологов, по запоминаемости она немного отстает от телевизионной. Эффективность минутного прослушивания аудиорекламы составляет примерно 75 % эффективности стандартного 30-секундного телеролика.

б) Размер остановочного павильона определяют с учетом количества одновременно находящихся в часы пик на остановочном пункте пассажиров.

В местах, где ожидается небольшой пассажиропоток, возможно устанавливать небольшие, закрытые павильоны, в то время как в местах с ожидаемым большим пассажиропотоком, необходимы павильоны большего размера, где пассажиры смогут чувствовать себя комфортно в любое время года (например, закрытый остановочный пункт с инфракрасным обогревателем, модулем Wi-Fi, разъемами для зарядки устройств и др.).

В дальнейшем умные остановочные пункты будут поэтапно разрабатываться и внедряться в практику. Таким образом, они превратятся в функциональные городские островки, привлекающие не только тех, кто ожидает прибытия транспортного средства, но и всех, кто хочет согреться горячим кофе, оплатить счета, подзарядить телефон или переждать дождь за интерактивной игрой.

ЛИТЕРАТУРА

1. Умные остановки для умных городов [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://kioski-next.ru>. – Дата доступа: 10.04.2022.

2. Умная остановка [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://iot.ru/wiki/umnaya-ostanovka>. – Дата доступа: 10.04.2022.

ВНЕДРЕНИЕ БЕСПИЛОТНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ ПЕРЕВОЗКИ ГРУЗОВ

Волонтей А. В., студ., **Кустенко А. А.**, ст. преп.,
Белорусский национальный технический университет,
г. Минск, Республика Беларусь

Использование беспилотных технологий в XXI веке является закономерным результатом развития научно-технической сферы и её внедрения в практику и повседневную жизнь. Это все приводит к мысли, что применение подобных технологий будет только расширяться во всех сферах деятельности человека, где это уместно и может быть рационально использовано, в том числе и в транспортной отрасли для доставки малых грузов. Для этого будут рассмотрено практическое применение дронов, а также описание связанных с ними будущих проектов.

Доставка дронами – способ доставки, при котором транспортировка еды, медикаментов и других товаров осуществляется с помощью дронов коммерческого назначения.

Компания Amazon, в декабре 2013 анонсировала свой самый быстрый способ доставки покупок – Amazon Prime Air. Покупатель делает онлайн заказ и указывает Prime Air как способ доставки. В логистическом центре компании товар, выбранный клиентом, загружается на беспилотник. Затем БПЛА летит по указанному адресу, приземляется, проводит выгрузку товара и улетает. После этого клиент забирает с земли упаковку с товаром. В декабре 2016 компания провела успешную первую тестовую доставку с использованием Prime Air. Управление полетом дрона от взлета до посадки, а также помещение груза в дрон велось в автоматическом режиме. Люди выполняли лишь роль контролёра. Но основной технической изюминкой проекта можно назвать идею использования аэростатов как логистических центров для хранения грузов и запуска беспилотников.

В 2016 году калифорнийская компания Zipline по договоренности с правительством Африканского государства Руанда приступила к доставке донорской крови и медикаментов с помощью БПЛА.

Процесс устроен следующим образом: врач клиники, нуждающейся в срочной поставке крови, отправляет заявку по SMS в специальный логистический центр. После получения заявки работники центра загружают припасы в беспилотник и запускают его. В проекте используются БПЛА самолетного типа, а взлет осуществляется с помощью катапульты. Добравшись до места назначения, беспилотник сбрасывает посылку с грузом на парашюте и улетает обратно в логистический центр. Сотрудник клиники, заказавшей поставку, подбирает посылку с земли. По возвращении дрон приземляется на специальный аэрофинишер. Один логистический центр способен обслуживать клиники в радиусе 70 км. Использование катапульты и аэрофинишера освобождает проект от необходимости обустройства взлетно-посадочной полосы и использования колес на БПЛА для посадки.

Помимо аэростатов также предлагается использовать грузовые автомобили с отделениями для грузов и дронов, как предложили компании Matternet и UPS. Фургон с посылками подъезжает к поселку, а затем дроны разносят посылки по домам. Считается, что подобный подход может ускорить обслуживание клиентов и облегчить труд водителя фургона.

Таким образом, исходя из вышеописанного опыта использования беспилотных дронов и предложенных проектов с их использованием можно сделать вывод, что спрос и предложение на доставку с помощью беспилотных дронов будет только расти.

ЛИТЕРАТУРА

1. Хабр [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://habr.com/ru/post/402475>. – Дата доступа: 20.03.2022.
2. RoboTrends [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://robotrends.ru/robotopedia/dostavka-bespilotnikami-gruzov>. – Дата доступа: 20.03.2022.

ВЫБОР ОПТИМАЛЬНОГО МЕСТА РАСПОЛОЖЕНИЯ СКЛАДА

Гапонцева М. В., студ., **Кустенко А. А.**, ст. преп.,
Белорусский национальный технический университет,
г. Минск, Республика Беларусь

Склад – многофункциональное решение каждой компании, фирмы или организации. Выбор правильного места для расположения склада может существенно повлиять на эффективность, результативность и прибыльность компании. Аренда или покупка склада – важное решение. И выбор правильного места может значительно повысить конкурентоспособность компании, а также повысить эффективность обслуживания клиентов.

Выбор оптимального местоположения склада обусловлен множеством факторов. Одним из важных является его назначение: склад производственной или торговой компании, коммерческий или перепалочный.

В черте города лучше расположить склады торговой или производственной продукции – осуществление розничной или оптовой торговли должно поддерживаться транспортными путями, заездами и съездами. Также пищевая продукция требует быстрой перевозки. Самым оптимальным вариантом для хранения торговой продукции будет расположение складского помещения на территории самого предприятия. Также в черте города можно расположить коммерческие склады – это независимое предприятие, предоставляющее услуги хранения продукции. Клиентами могут быть как предприятия, так и частные лица. Необходимо разместить склад как можно ближе к основному товаропотоку с наличием удобного подъезда, ведь от этого зависят затраты на доставку продукции.

Минусы расположения в черте города заключаются в сложности нахождения подходящего места; в дорогой стоимости земельных участков; в сложности перевозки за счет городских пробок, так как происходят лишние временные и денежные затраты.

Крупногабаритное помещение лучше располагать за чертой города, ведь за городом можно найти больше свободной территории.

Преимущества расположения складского помещения за чертой города это возможность найти более дешевый вариант, по сравнению с ценой размещения склада в черте города. Также если сотрудничество происходит с зарубежными компаниями, то преимущество размещения за чертой города однозначно, клиентам не нужно будет тратить время и деньги для въезда в город. Легче выбрать одну точку за городом и от нее развезти продукцию, например, если работа осуществляется с целой областью или сразу с несколькими.

Недостатки расположения склада за чертой города: временные затраты, поскольку не получится быстрой перевозки. Также вариант не подойдет для незапланированной доставки, для этого потребуется большой временной промежуток. Иногда товар может не попасть напрямую в точку расположения склада, ведь дороги построены таким образом, что приходится въезжать в город, чтобы добраться до нужного места. А это лишние расходы топлива и времени.

Несомненно, расположение склада зависит и от наличия рабочей силы. Не в каждом географическом регионе есть рабочая сила с нужными навыками по разумной цене. Еще важен уровень жизни населения – чем больше люди покупают товары, тем больше компании будут нуждаться в складах.

Также необходимо учитывать доступность дорог и автомагистралей, а также плотность трафика, особенно если основным видом транспорта является непосредственно автомобиль.

Также необходимо учитывать близость к поставщикам и производителям. Любой новый склад должен находиться как можно ближе к основным поставщикам, производителям или покупателям. Это поможет сократить время выполнения заказа, снизить транспортные расходы и повысить скорость реагирования.

Еще необходимо учитывать экологические и климатические факторы. Ведь это может помочь: узнать, может ли погода как-либо повлиять на эффективность и прибыльность компании; информировать проект здания.

Таким образом на выбор места для склада влияет множество факторов: стоимость земли; наличие удобных подъездов, съездов; объем трафика; наличие систем связи; наличие трудовых ресурсов; климатические, экологические условия и др.

ЛИТЕРАТУРА

1. Выбор местоположения склада [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.amett.ru/stati/vybor_mestopolozheniya_sklada. – Дата доступа: 08.04.2022.
2. Основные способы выбрать расположение склада [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://holodsklad.ru/blog/osnovnyesposoby-vybrat-raspolozhenie-sklada>. – Дата доступа: 08.04.2022.
3. Как правильно выбрать место для расположения склада? [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://vc.ru/u/632385-stellazhibu/191152-kak-pravilno-vybrat-mesto-dlya-raspolozheniya-sklada>, – Дата доступа: 08.04.2022.

УДК 656.13

РОБОТЫ-ДОСТАВЩИКИ ЯНДЕКС

Сазанков Н. О., студ., **Кустенко А. А.**, ст. преп.,
Белорусский национальный технический университет,
г. Минск, Республика Беларусь

Ожидания от беспилотного транспорта и реальность не совпали. Долго в прессе говорили о том, что совсем скоро на дорогах появятся беспилотные такси. Сегодня беспилотные легковые машины и грузовики везде ездят в рамках экспериментов.

Мнения, что эра беспилотников начинается с роботов-тележек, которые возят еду, заказанную в приложениях доставки, не были популярны. Но с начала пандемии роботизированная доставка начала быстро расти во многих странах.

«Яндекс ровер» – полуметровый робот-курьер для перевозки небольших грузов. Компания начала его разработку летом 2019 г., а затем тестировала робота в своей штаб-квартире. Робот полностью автономен: сам планирует свой маршрут, оценивает ситуацию вокруг, объезжает препятствия и пропускает пешеходов и животных. На местности ориентируется при помощи комплекта камер и датчиков,

и размещенного на его «крыше» лидара. На данный момент существует три модификации роботов (R1, R2,R3), представленные на рисунке 1.



Рисунок 1 – «Яндекс ровер»

Разработка роботов началась в 2019 году. Прототип старались делать из уже имеющихся покупных компонентов. Главной задачей было доказать возможность применения беспилотной технологии в принципиально новом формате робота-курьера. Первое поколение старались сделать с целью проверить, на сколько софт применим для управления роботом-курьером на городских тротуарах. В дальнейшем R1 было доработано до R1,5

Второе поколение задумывалось как робот с серийностью до 100 штук, с повышенной прочностью корпуса, увеличенным размером грузового отсека и автоматической крышкой. Во время проектирования компания уделила много внимания дизайну. Специально под R2 разработали собственную материнскую плату для вычислителя. Компания перешла на собственные камеры, разработанные ещё для беспилотника.

Основной задачей третьего поколения было научиться лучше видеть мелкие предметы перед собой. Кроме того научиться заезжать на высокие бордюры, лучше ездить по бездорожью, снегу, лужам, в разных погодных условиях. В R3 увеличили дорожный просвет и разработали собственную зимнюю резину с более агрессивным протектором и большей площадью контакта с поверхностью. Также спроектировали батарею, которую можно заменить прямо во время

работы робота. В этой версии робота переработали механизм закрытия крышки. Его сделали более надёжным, интегрировав петлю прямо в крышку.

Суммарно три поколения роботов уже доставили 60 тысяч заказов. На сегодняшний день идёт активный выпуск, доработка и обновление последнего поколения. Многие эксперты не верят в то, что роботы могут заменить пеших курьеров, однако увеличение площади использования и количества «Яндекс ровер» очевидно и будет усовершенствоваться ежегодно во всём мире.

ЛИТЕРАТУРА

1. История создания робота-курьера Яндекса [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://habr.com/ru/company/yandex/blog/590997>. – Дата доступа: 10.04.2022.

2. Беспилотный ровер сервиса доставки еды «Яндекс» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://tass.ru/ekonomika/13136257?utm_source=google.com&utm_medium=organic&utm_campaign=google.com&utm_referrer=google.com. – Дата доступа: 10.04.2022.

3. «Яндекс» выпустил своих роботов-доставщиков на улицы городов» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.cnews.ru/news/top/2020-12-09_yandeks_vypustil_svoih. – Дата доступа: 10.04.2022

УДК 656.13

СОВРЕМЕННЫЕ СПОСОБЫ МОДЕРНИЗАЦИИ СИСТЕМЫ СКЛАДИРОВАНИЯ

Кобель А. О., студ., **Кустенко А. А.**, ст. преп.,
Белорусский национальный технический университет,
г. Минск, Республика Беларусь

В настоящее время остро стоит вопрос об организации эффективной системы складирования. Многие руководители и работники складов не умеют правильно рассортировать товар, организовать

расстановку его по более выгодным местам, не выполняют правила техники безопасности, не обращают внимания на правила хранения товара. Пренебрегая современными девайсами, которые обеспечивают быстрое выполнение поставленных задач, теряется еще и время. Целью этого доклада было предложить руководителям складов современные варианты модернизации системы складирования и доказать их удобство и эффективность.

Эффективным решением будет использование современных приложений, программ и различных устройств, помогающих как распределить обязанности между сотрудниками, так и быстро перенести товар с полки хранения в руки получателю.

Warehouse Management System (WMS) – система управления складом.

С помощью приложения можно сообщить специфику задания, распределить обязанности между сотрудниками, отследить перемещение товара по территории склада.

EDI communication - электронный обмен данными.

Программа обеспечивает обмен бизнес-документами (например, заказы на покупку или накладные) между компаниями.

Радиочастотная идентификация (RFID).

Данная технология позволяет использовать радиоволны для передачи информации от метки, помещенной на товаре, к портативному устройству (например, ридеру).

Единый сайт, показывающий каталог складов, соответствующих требованиям заказчика.

Сайт, позволяющий выбрать склад исходя от определенных критериев заказчика.

Летательные аппараты.

Могут использоваться для быстрого и точного просмотра наличия товара с помощью встроенных камер видеонаблюдения.

Передовые системы транспортировки.

Механизированные аппараты, способные быстро и безошибочно сортировать грузы по видам, особым требованиям, местам назначения или заказчикам, а также при подаче специальной команды переместить товар в нужное место.

Многослойные системы хранения и их разбиение по видам.

Стеллажи с максимальным количеством полок, соответствующих габаритам и особенностям хранения или использования определенных грузов.

Система светового и звукового ориентира.

Данная система позволит быстро находить товар и легко ориентироваться между полками и стеллажами путем светового мигания и подачи звука около секции, где расположен товар.

Использование данных информационных систем и механизированных устройств позволит владельцу склада эффективно использовать свободное место для хранения товара или груза, оптимизировать количество работников, уменьшить время обработки информации, рационализировать расстановку груза и его перемещение между точками, что повлияет на увеличение выручки.

ЛИТЕРАТУРА

1. Что такое WMS-система: как пользоваться программой для управления складом? [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.cleverence.ru/articles/biznes/chto-takoe-wms-sistema-kak-polzovatsya-programмой-dlya-upravleniya-skladom>. – Дата доступа: 08.03.2022.

2. Основные проблемы функционирования склада и пути их решения [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://lsconsulting.ru/osnovnye-problemy-funkcionirovaniya>. – Дата доступа: 08.03.2022.

3. 10 warehousing tech innovations from around the world [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://transport-exhibitions.com/Market-Insights/Cold-Chain/Archive/Warehousing-Innovations-New-Technology>. – Дата доступа: 08.03.2022.

УДК 659.13

ИССЛЕДОВАНИЕ РАБОТЫ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ И АВТОМАТИЧЕСКИХ СКЛАДОВ

Черкасов Д. В., студ., **Кустенко А. А.**, ст. преп.,
Белорусский национальный технический университет,
г. Минск, Республика Беларусь

В современном мире процесс автоматизации набирает обороты. С каждым годом появляется все больше и больше технологий, которые во многом влияют на процессы производства компаний мира. Не обошел этот процесс стороной и логистическое складирование. Тенденция автоматизации склада является важной и неотвратимой частью развития предприятия [1].

Автоматизация склада – это внедрение программного обеспечения, интеграция электронного современного оборудования в логистические процессы. Такая технология во многом упрощает, ускоряет бизнес-операции складской деятельности, оптимизирует их и делает эффективнее. В современном мире можно утверждать, что грамотное внедрение новейших технологий может стать важным конкурентным преимуществом компании.

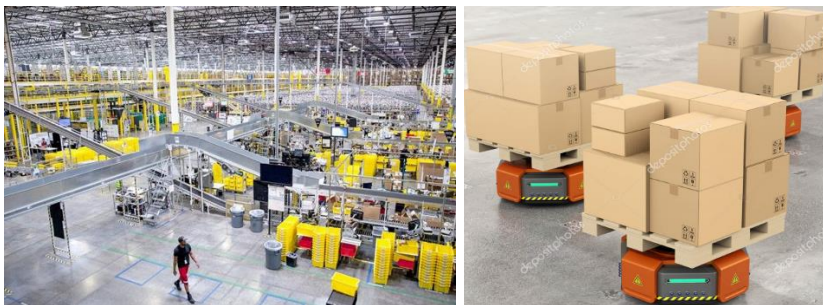


Рисунок 1 – Элементы автоматизированного склада

Автоматизированный склад – «автоматизированный» подчеркивает сохранение за человеком-оператором главных функций контроля. Все остальные функции – складирование, выдача товара управляются компьютером.

Автоматический склад, как правило, состоит из стеллажных конструкций, автоматических кранов-штабелеров и систем загрузки-выгрузки. Главная характеристика автоматического склада – это исключение человеческого фактора – «автоматический», функционирующий без вмешательства человека в соответствии с заранее заданным алгоритмом действий на складе, при этом автоматизация внедрена во все процессы складской логистики обработки товарного потока.

Преимущества автоматического склада:

1. Исключает использование ручного труда и снижает издержки за счет уменьшения численности рабочего персонала в 1,5–3 раза во всех зонах склада;

2. Существенно экономит складские площади и повышает эффективность их использования;

3. Ускоряет складские операции и производительность работы (экономия до 70 % времени на перемещениях);

4. Позволяет получить доступ к любой ячейке на складе;

5. Убирает потребность в специальном освещении и отоплении склада для персонала в зоне хранения;

6. Повышает контроль за материально-техническими запасами (компьютер следит за местонахождением каждого изделия на складе), что исключает возможность повреждения груза, хищений, ошибок, возникающих по вине человеческого фактора.

Все автоматизированные складские системы хранения создаются с учётом инновационных решений и современных требований рынка. Такие системы хранения являются универсальными. Следует сделать вывод, что склад это не просто здание, а высокотехнологичный механизм, без которого нельзя представить нынешние крупные магазины.

ЛИТЕРАТУРА

1. Мельников, И. В. Склад, транспорт и логистика / И. В. Мельников, И. В. Волгин // Изд-во «Мельников И. В.», 2020. – 30 с.

2. Виды складов [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://orterminal.ru/press/vidy-skladov.php>. – Дата доступа: 02.12.2020.

3. Автоматизация склада: как автоматизировать все складские бизнес-процессы [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.dirmagazina.ru/article/2287-avtomatizatsiya-sklada-kak->

УДК 656.015

**УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ
КАК ФАКТОР ПОВЫШЕНИЯ ПРИВЛЕКАТЕЛЬНОСТИ
ГОРОДСКИХ ПЕРЕВОЗОК ПАССАЖИРОВ В РЕГУЛЯРНОМ
СООБЩЕНИИ**

Налетко В. П., студ., **Являш Н. С.**, студ.,
Алисеенко Д. С., ст. преп.,
Белорусский национальный технический университет,
г. Минск, Республика Беларусь

В городе Минске в 2022-м году, когда в час пик многие люди тратят значительное время на проезд загруженных участков дорог, а высокий уровень автомобилизации непосредственно влияет на качество воздуха, возрастает актуальность вопроса повышения эффективности и привлекательности перевозок пассажиров в регулярном сообщении.

Данные мероприятия необходимо осуществить в интересах всех жителей столицы Беларуси, поскольку чем больше автомобилистов будут выбирать общественный транспорт, тем меньше времени и они, и постоянные пассажиры городского наземного маршрутизированного транспорта будут тратить на ожидание проезда загруженных участков дорог, и тем меньше выбросов вредных веществ будет осуществляться в окружающую среду, что повлияет на качество жизни абсолютно всех горожан и повышение устойчивости городской мобильности.

На эффективность и привлекательность городских перевозок пассажиров в регулярном сообщении воздействует ряд факторов. В нашем исследовании мы рассмотрим один из них – это транспортные средства. С данным фактором, являющимся одним из основных, непосредственно сталкивался каждый человек, который хоть еди-

ножды воспользовался общественным транспортом. В Стратегии инновационного развития транспортного комплекса Республики Беларусь до 2030 года указано на необходимость его модернизации [1].

Производительность транспортных средств зависит от многих аспектов, но, чем транспортные средства новее и современнее, тем привлекательнее их внешний вид, т.е. дизайн и презентабельность на улицах столицы. По состоянию на 1-е января 2022-го года в Минске насчитывалось около 2450 транспортных средств, относящихся к наземному общественному транспорту. Из них около 1000 единиц появилось в столице за последние несколько лет. Таким образом, около 40% транспортных средств, относящихся к городскому наземному маршрутизированному транспорту города Минска, является новым и имеет ряд преимуществ: низкий пол, установленные системы кондиционирования, разъёмы USB для зарядки, кнопки адресного открытия дверей.

К сожалению, процесс обновления за последние годы транспортных средств в столице не коснулся трамвайных вагонов, а ведь по провозной способности в городе трамвай находится на втором месте после метрополитена. Причем, во многих районах столицы трамвайная сеть не дублируется другими видами транспорта. Учитывая, что почти весь трамвайный транспорт в Минске является высокопольным, это не может не вызывать негативных эмоций у маломобильных слоёв населения, которые вынуждены пользоваться трамвайной сетью по причине часто отсутствующей альтернативы.

В качестве решения данного вопроса, на основании анализа текущей ситуации в трамвайной среде города Минска, мы рекомендуем использовать трамваи производства ОАО «УКХ «БКМ» – модель 811 (односекционная) и модель 856 (многосекционная). Производитель предлагает высокую степень комфортности пассажирского салона: большая часть сидений расположена на «низком» полу, доступ к которым открыт без дополнительных ступеней на пути. Кроме этого, используются композитные материалы для обшивки кузова, которые существенно увеличивают срок эксплуатации транспортных средств, двери выносного-сдвижного типа с системой противозащемления, сиденье водителя с пневмоподдресориванием, песочницы с подогревом в тележках. В качестве дополнительных функций предлагаются

система видеонаблюдения, кондиционер салона, устройство спутниковой навигации GPS, Wi-Fi, мультимедийная система – всё то, что делает транспортное средство современным и комфортабельным.

Рассматриваемые трамваи ОАО «УКХ «БКМ» внешне более привлекательны нынешних. Однако, кроме дизайна, большую роль играет окрас транспортных средств. Анализ источников показывает, что весь наземный транспорт одного перевозчика в таких крупных столицах как Москва, Берлин, Рига, имеет единую раскраску. Если раскраска автобусов и электробусов в городе Минске обычно не вызывает вопросов, то раскраска трамваев и троллейбусов не всегда соответствует эстетическим предпочтениям минчан. Несмотря на апелляцию ГП «Минсктранс» к тому, что оттенки зелёного – это признак экологичности транспортных средств, на изменение общественного мнения это практически не влияет. Поэтому решить данный вопрос можно либо перекраской троллейбусов и трамваев в другой оттенок зелёного тона, при этом организовав голосование на интернет-портале перевозчика, либо перекраской всех транспортных средств в единую расцветку, но для этого необходим наём дизайнеров для создания уникального стиля.

Представим себя на месте пассажира, находящегося на остановочном пункте в ожидании транспортного средства. Кроме низкого пола, для него будет важен вопрос наличия в транспортном средстве аппарели и кнопки вызова водителя возле неё. Необходимо отметить, что не все транспортные средства в городе Минске являются полностью низкопольными и оборудованными аппарелями.

Далее пассажир обратит внимание на нехватку транспортных средств в час пик, чрезмерную загруженность транспортных средств и некомфортные условия поездки в обозначенный период.

После того, как пассажир попал в автобус/троллейбус/трамвай, встаёт вопрос о внутреннем микроклимате. В новых транспортных средствах, появившихся в 2020-м году в городе Минске, имеется система индикации, сигнализирующая о работе кондиционера, а с недавнего времени аналогичная индикация появилась и на автобусах с системами кондиционирования. Проблема состоит в том, что пассажиры, заходя в транспортное средство, часто не обращают внимания на наличие кондиционера в нём и работающую индикацию. Для решения данной проблемы рекомендуется использовать сезонную

аудиозапись, напоминающую о необходимости не открывать форточки и крышные люки при работающем кондиционере в транспортном средстве.

Также при рассмотрении вопроса о микроклимате в транспортном средстве необходимо затронуть вопрос о так называемых «тёплых» кнопках – кнопках адресного открытия дверей, которые позволяют пассажиру войти или выйти из транспорта через определенную дверь, не задействуя при этом другие двери, в ситуации, когда на остановочном пункте немногочисленно. Это позволяет в условиях холодной погоды сохранять тепло в салоне, а летом – прохладу от кондиционера. Особенно это актуально для троллейбусов с автономным ходом, ведь отопление и вентиляция отнимают у батареи примерно столько же энергии, сколько и сам ход машины.

Необходимо отметить, что в 2020-м году в столицу Беларуси было поставлено 70 троллейбусов с увеличенным автономным ходом, в 2021-м – 150 аналогичных троллейбусов, что в сумме составляет примерно 30 % от общего парка троллейбусов. Можно с уверенностью заявить, что новые троллейбусы, использующие «зеленые» технологии, намного комфортнее с точки зрения плавности хода и позволяют обслуживать новые маршруты без строгой привязки к контактной сети. За последние два года открылись новые или изменились уже существующие троллейбусные маршруты (№ 1, 18, 21, 40а, 45, 52, 56, 90). Некоторые из них заменили курсирующие по соответствующим трассам до этого маршруты автобусов. Особенностью этих маршрутов является то, что на некоторых участках покрытие контактной сетью отсутствует, что делает невозможным эксплуатацию на них троллейбусов без автономного хода.

Согласно комплексной программе развития электротранспорта к 2030-му году планируется полная электрификация минского общественного транспорта, т. е. полный отказ от дизельных автобусов. Усовершенствование транспортных средств будет содействовать повышению привлекательности пассажирских перевозок в регулярном сообщении в городе Минска.

ЛИТЕРАТУРА

1. Стратегия инновационного развития транспортного комплекса Республики Беларусь до 2030 года [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.rw.by/corporate/press_center/reportings_

interview_article /2015/03/strategija_innovacionnogo_razv. Дата доступа: 28.04.2022.

2. Государственное предприятие «Минсктранс» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://minsktrans.by>. – Дата доступа: 03.05.2022.

3. Столичный транспорт и связь [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://gusts.minsk.by>. – Дата доступа: 03.05.2022.

УДК 656.13

ОБОСНОВАНИЕ ВМЕСТИМОСТИ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ МЕЖДУГОРОДНЫХ ПЕРЕВОЗОК ПАССАЖИРОВ В РЕГУЛЯРНОМ СООБЩЕНИИ

Янч Е. А., студ., **Седюкевич В. Н.**, канд. техн. наук, доц.,
Белорусский национальный технический университет,
г. Минск, Республика Беларусь

При принятой на основе расчетов суточной провозной способности на маршруте перевозок пассажиров в регулярном стоит задача обоснования числа выполняемых рейсов и соответственно необходимой пассажироместимости транспортных средств (ТС). Необходимая провозная способность на маршруте междугородных автомобильных перевозок пассажиров в регулярном сообщении может быть реализована путем выполнения различного числа рейсов z_p ТС соответствующей пассажироместимости q . Чем меньше значение q , тем больше рейсов z_p при принятом суточном объеме перевозок необходимо выполнить за сутки и тем самым достигается снижение потерь пассажиров за счет сокращения ожидания начала поездки. В тоже время общеизвестно, что себестоимость перевозки одного пассажира и тариф ниже, чем больше значение q .

Таким образом, соответствующие значения числа рейсов z_p и пассажироместимости q ТС необходимо оптимизировать по минимуму целевой функции $S_{сп}$, представляющей собой сумму стоимости перевозки пассажира перевозчиком и удельных потерь пассажира в ожидании совершения поездки:

$$S_{\text{сп}} = S_{\text{пт}} + S_{\text{пасс}} = \min_{q, z_p}, \quad (1)$$

где $S_{\text{пт}}$ – средняя стоимость перевозки одного пассажира, руб./пасс.; $S_{\text{пасс}}$ – средние удельные потери пассажира из-за ожидания начала поездки, руб./пасс.

Стоимость перевозки (поездки) одного пассажира $S_{\text{пт}}$ составляет:

$$S_{\text{пт}} = S_{\text{пр}} \cdot l_{\text{пт}}, \quad (2)$$

где $S_{\text{пр}}$ – средняя удельная стоимость единицы транспортной работы при перевозке пассажиров, руб./пасс-км; $l_{\text{пт}}$ – среднее расстояние поездки пассажира, км.

Средняя удельная стоимость единицы транспортной работы при перевозке пассажиров $S_{\text{пр}}$ (руб./пасс-км) принято выражать через удельные тарифы $S_{\text{км}}$, приходящиеся на 1 км пробега ТС (руб./км), и $S_{\text{ч}}$ – удельные тарифы, приходящиеся на 1 ч нахождения ТС на маршруте перевозок (руб./ч) [1]. В свою очередь в работе принята линейная зависимость $S_{\text{км}}$ и $S_{\text{ч}}$ от пассажироместности ТС.

Потери пассажиров, приходящиеся на одну поездку, составляют:

$$S_{\text{пасс}} = t_{\text{ож}} \cdot s_{\text{чп}}, \quad (3)$$

где $t_{\text{ож}}$ – среднее время ожидания пассажиром начала поездки, ч; $s_{\text{чп}}$ – часовые потери пассажира в ожидании начала поездки, руб./ч.

Значение $t_{\text{ож}}$ предложено определять в зависимости от числа рейсов в сутки [2].

Связи между отдельными показателями работы ТС принимались по общепринятым зависимостям [1].

После подстановок и преобразований получено выражение для оптимальной пассажироместности $q_{\text{опт}}$ ТС и числа оборотных рейсов $z_{\text{ропт}}$ для междугородных автомобильных перевозок пассажиров в регулярном сообщении:

$$q_{\text{опт}} = \sqrt{\frac{Q_{\text{пс}}}{S_{\text{мес}}} \cdot (30,4 \cdot l_{\text{пп}} \cdot k_{\text{пр}} \cdot (a_0 + b_0 \cdot (\frac{1}{v_{\text{т}}} + \frac{t_{\text{п-р}}}{l_{\text{р}}}))}}, \quad (4)$$

$$z_{\text{ропт}} = Q_{\text{пс}} / (2q_{\text{опт}}), \quad (5)$$

где $Q_{\text{пс}}$ – принятая расчетная суточная провозная возможность по перевозке пассажиров на маршруте суммарно в двух направлениях, пасс/сут; $Z_{\text{мес}}$ – принятый размер месячной заработной платы, руб./мес.; $l_{\text{пп}}$ – среднее расстояние поездки пассажира, км; $k_{\text{пр}}$ – коэффициент, представляющий по двум направлениям отношение принятой провозной возможности $Q_{\text{пс}}$ к среднему значению суточного суммарного пассажиропотока на маршруте $Q_{\text{сп}}$; a_0 , b_0 – соответственно составляющая удельной стоимости перевозки $S_{\text{км}}$, приходящейся на 1 км пробега ТС (руб./км) и $S_{\text{ч}}$ – удельной стоимости, приходящейся на 1 ч нахождения ТС на маршруте перевозок (руб./ч), независящая от пассажироместимости ТС; $v_{\text{т}}$ – средняя техническая скорость движения ТС на маршруте, км/ч; $t_{\text{пр}}$ – суммарные простои ТС на маршруте за время оборотного рейса, ч; $l_{\text{р}}$ – длина оборотного рейса на маршруте, км.

При принятии решений действует ограничение, что возможная пассажироместимость ТС должна быть не 9 мест и не более максимально возможной (обычно при междугородных перевозках не более 52 мест).

При практическом применении полученных зависимостей необходимо принимать ближайшее к оптимальному число рейсов на маршруте, рассчитывать необходимую пассажироместимость ТС и принимать для работы на маршруте ТС из имеющихся с пассажироместимостью, близкой и не менее расчетной. Если расчетная пассажироместимость превышает пассажироместимость имеющихся ТС, то необходимо принять пассажироместимость ТС для работы на маршруте и пересчитать необходимое число рейсов по формуле (5) с округлением результата в большую сторону.

ЛИТЕРАТУРА

1. Седюкевич, В.Н. Автомобильные перевозки грузов и пассажиров: Учебное пособие / В. Н.Седюкевич, А. Я.Андреев. – Минск: РИВШ, 2020. – 328 с.

2. Янч, Е. А. Определение средних потерь времени пассажирами при поездках в междугородном регулярном сообщении / Е. А. Янч ; науч. рук. В. Н. Седюкевич // НИРС-2021 [Электронный ресурс] : материалы 77-й студенческой научно-технической конференции / редкол.: А. С. Поварехо [и др.] ; под общ. ред. А. С. Поварехо ; сост. А. С. Поварехо. – Минск : БНТУ, 2021. – С. 159.

УДК 656.13

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ ДОПУСТИМОЙ ЗАГРУЗКИ ТРАНСПОРТНОГО СРЕДСТВА (АВТОМОБИЛЯ, ПРИЦЕПА)

Еремейчик Ю. С., студ., Седюкевич В. Н., канд. техн. наук, доц.,
Белорусский национальный технический университет,
г. Минск, Республика Беларусь

Анализ выполняемых перевозок грузов показывает, что из-за отсутствия точных данных по параметрам транспортного средства (ТС) и проведения расчетов по его загрузке имеют место случаи, когда перевозится масса груза менее возможной или возникает превышение осевых нагрузок по дорожным или техническим ограничениям, или не обеспечивается (для автопоездов) коэффициент сцепной массы.

ТС (автомобиль, прицеп) является двухопорной системой (передняя ось (тележка) и задняя ось (тележка) (рисунок 1):

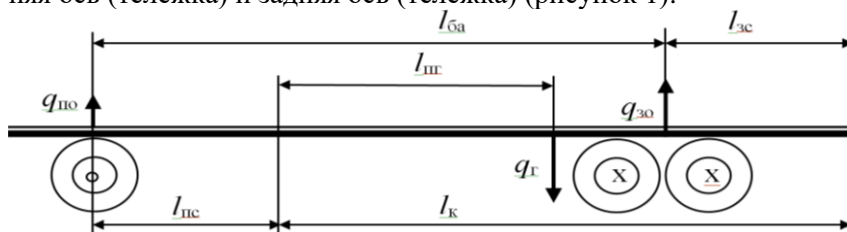


Рисунок 1 – Расчетная схема ТС

$q_{г}$ – масса перевозимого груза; $q_{па}$ – масса перевозимого груза, приходящаяся на переднюю опору (ось, тележку) ТС; $q_{зо}$ – масса перевозимого груза, приходящаяся на заднюю опору (ось, тележку) ТС; $l_{ба}$ – база ТС; $l_{к}$ – внутренняя длина кузова ТС; $l_{зс}$ – задний свес кузова ТС; $l_{лс}$ – расстояние от передней внутренней стенки кузова

ТС до центра передней оси (тележки); $l_{лг}$ – расстояние центра тяжести груза от передней внутренней стенки кузова ТС

Для ТС (автомобиль, прицеп) получены следующие расчетные зависимости (по массе для статического состояния) [2]:

– расстояние от передней стенки кузова ТС до центра передней оси (тележки) $l_{\text{пс}}$

$$l_{\text{пс}} = l_{\text{ба}} + l_{\text{зс}} - l_{\text{к}}; \quad (1)$$

– масса груза $q_{\text{по}}$, приходящаяся на переднюю ось ТС

$$q_{\text{по}} = q_{\text{Г}}(l_{\text{к}} - l_{\text{зс}} - l_{\text{пг}}) / l_{\text{ба}}; \quad (2)$$

– масса груза $q_{\text{зо}}$, приходящаяся на заднюю ось ТС

$$q_{\text{зо}} = q_{\text{Г}}(l_{\text{пс}} + l_{\text{пг}}) / l_{\text{ба}}; \quad (3)$$

– нагрузка $q_{\text{фп}}$, передающаяся на дорогу через переднюю ось (тележку) ТС с учетом его собственной массы и массы груза на нем

$$q_{\text{фп}} = m_{\text{спа}} + q_{\text{Г}}(l_{\text{к}} - l_{\text{зс}} - l_{\text{пг}}) / l_{\text{ба}}; \quad (4)$$

– нагрузка $q_{\text{фз}}$, передающаяся на дорогу, через заднюю ось (тележку) ТС с учетом его собственной массы и массы груза на нем

$$q_{\text{фз}} = m_{\text{сза}} + q_{\text{Г}}(l_{\text{пс}} + l_{\text{пг}}) / l_{\text{ба}}; \quad (5)$$

– общая фактическая масса ТС с грузом $m_{\text{общ}}$

$$m_{\text{общ}} = q_{\text{фп}} + q_{\text{фз}}; \quad (6)$$

– технически допустимая грузоподъемность ТС $m_{\text{дт}}$

$$m_{\text{дт}} = m_{\text{ппа}} + m_{\text{пза}} - m_{\text{спа}} - m_{\text{сза}}; \quad (7)$$

– коэффициент сцепной массы ТС $K_{\text{сц}}$

$$K_{\text{сц}} = q_{\text{фв}} / m_{\text{сум}}, \quad (8)$$

где $m_{\text{сна}}$ – собственная масса ТС, передающаяся на дорогу через переднюю ось (тележку); $m_{\text{сза}}$ – собственная масса ТС, передающаяся на дорогу через заднюю ось (тележку); $m_{\text{ппа}}$ – технически допустимая масса ТС с грузом, передающаяся на дорогу через переднюю ось (тележку); $m_{\text{пза}}$ – технически допустимая масса ТС с грузом, передающаяся на дорогу через заднюю ось (тележку); $q_{\text{фв}}$ – нагрузка на ведущие оси (для полноприводного ТС $q_{\text{фв}}=m_{\text{общ}}$); $m_{\text{сум}}$ – общая масса ТС с грузом (для одиночного автомобиля $m_{\text{сум}}=m_{\text{общ}}$ и для автопоезда сумма $m_{\text{общ}}$ автомобиля и $m_{\text{общ}}$ прицепа).

Для ТС перед загрузкой грузом необходимо определить допускаемые общую массу груза и местоположение центра тяжести груза, чтобы выполнялись следующие условия:

- $q_{\text{г}}$ не более массы груза $q_{\text{вм}}$, который может быть размещен исходя из вместимости кузова ТС;

- $m_{\text{общ}}$ не более общей массы, допускаемой по дорожным ограничениям $m_{\text{дд}}$;

- $q_{\text{г}} \leq m_{\text{дг}}$;

- $q_{\text{фп}}$ не более допустимой нагрузки на переднюю ось (тележку) по дорожным ограничениям $m_{\text{пда}}$;

- $q_{\text{фп}}$ не более допустимой нагрузки на переднюю ось (тележку) по технической характеристике ТС $m_{\text{ппа}}$;

- $q_{\text{фз}}$ не более допустимой нагрузки на заднюю ось (тележку) по дорожным ограничениям $m_{\text{зда}}$;

- $q_{\text{фз}}$ не более допустимой нагрузки на заднюю ось (тележку) по технической характеристике ТС $m_{\text{пза}}$;

- коэффициент сцепной массы $K_{\text{сц}}$ не менее 0,25 (для автомобиля или автопоезда).

Исходя из необходимости выполнения вышеуказанных ограничений максимально возможная масса груза $q_{\text{гм}}$ определяется как минимальное из всех значений, учитывающих отдельные ограничения:

$$q_{\text{гм}} = \min(q_{\text{вм}}; q_{\text{дг}}; m_{\text{дд}} - m_{\text{сна}} - m_{\text{сза}}; \min(m_{\text{пда}}; m_{\text{ппа}}) + \min(m_{\text{зда}}; m_{\text{пза}}) - m_{\text{сна}} - m_{\text{сза}}) \quad (9)$$

При принятой для перевозки массе груза q_{Γ} ($q_{\Gamma} \leq q_{\Gamma\text{м}}$) с учетом, например, кратности целому числу грузовых мест, для значения $l_{\text{пг}}$ должно выполняться условие, что $l_{\text{гmin}} \leq l_{\text{пг}} \leq l_{\text{гmax}}$, при этом $l_{\text{гmin}}$ определяется ограничениями $q_{\text{фп}} \leq m_{\text{пда}}$ и $q_{\text{фп}} \leq m_{\text{ппа}}$, а $l_{\text{гmax}} - q_{\text{фз}} \leq m_{\text{зда}}$ и $q_{\text{фз}} \leq m_{\text{пза}}$:

$$l_{\text{гmin}} = \max(l_{\text{к}} - l_{\text{зс}} - l_{\text{ба}} \cdot (m_{\text{пда}} - m_{\text{спа}}) / q_{\Gamma}; l_{\text{к}} - l_{\text{зс}} - l_{\text{ба}} \cdot (m_{\text{ппа}} - m_{\text{спа}}) / q_{\Gamma}); \quad (10)$$

$$l_{\text{гmax}} = \min(l_{\text{ба}} \cdot (m_{\text{зда}} - m_{\text{сза}}) / q_{\Gamma} - l_{\text{пс}}; l_{\text{ба}} \cdot (m_{\text{пза}} - m_{\text{сза}}) / q_{\Gamma} - l_{\text{пс}}). \quad (11)$$

Осевые нагрузки и коэффициент сцепной массы необходимо рассчитывать по принятым значениям q_{Γ} и $l_{\text{пг}}$ по формулам (4), (5) и (8) исходя из фактических параметров ТС без груза [3].

Принятие значения массы груза q_{Γ} и месторасположения центра тяжести всего груза в кузове согласно предложенным расчетам исключают превышение при выполнении перевозок допускаемых полной массы и осевых нагрузок.

ЛИТЕРАТУРА

1. Еремейчик, Ю. С. Уточнение расчета допустимых параметров седельного тягача с груженым полуприцепом / Ю. С. Еремейчик; науч. рук. В. Н. Седюкевич // НИРС-2021 [Электронный ресурс]: материалы 77-й студенческой научно-технической конференции / редкол.: А. С. Поварехо [и др.]; под общ. ред. А.С. Поварехо; сост. А.С. Поварехо. – Минск: БНТУ, 2021. – С. 143.
2. Тульев, В. Д. Теоретическая механика. Статика: учебно-методическое пособие [Электронный ресурс] / В. Д. Тульев, М.В. Мышковец // Минск: БНТУ, 2013.
3. Еремейчик, Ю. С. Формуляр грузового транспортного средства / Ю. С. Еремейчик; науч. рук. В. Н. Седюкевич // НИРС-2021 [Электронный ресурс]: материалы 77-й студенческой научно-технической конференции / редкол.: А. С. Поварехо [и др.]; под общ. ред. А. С. Поварехо; сост. А. С. Поварехо. – Минск: БНТУ, 2021. – С. 142.

ПУТИ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ПОДГОТОВКИ ВОДИТЕЛЕЙ ДЛЯ РЕЛЬСОВЫХ ГОРОДСКИХ СИСТЕМ

Синькевич Т. Г., магистрант, **Кот Е. Н.**, канд. техн. наук, доц.,
Белорусский национальный технический университет,
г. Минск, Республика Беларусь

Наземный городской электрический транспорт (далее – ГЭТ) в Беларуси имеет более чем 124-летнюю историю и представлен трамваями, троллейбусами, дуобусами и электробусами. Трамвай является старейшим видом электрического транспорта, транспортные средства которого двигаются по проложенному рельсовому пути, приводятся в движение электрическими двигателями, получающими электрическую энергию от контактной сети (далее – КС). История трамвайного движения в Беларуси берёт своё начало в 1898 г. с открытия трамвайного движения в г. Витебске. Затем в 1929 г. трамвайное движение было открыто в г. Минске. В 1974 г. было открыто трамвайное движение в г. Новополоцке, а в 1988 г. – в г. Мозыре.

Статистика показывает, что главной причиной большинства дорожно-транспортных происшествий (далее – ДТП) является нарушение участниками движения Правил дорожного движения. К сожалению, каждый день мы сталкиваемся как с крайне низкой культурой на дорогах, с безответственностью, техническим невежеством, так и с неподготовленностью водителей, неосознанием общественной опасности, создаваемой их необдуманными действиями. Для повышения безопасности дорожного движения необходимо непрерывное совершенствование процесса подготовки водителей. Большое значение имеет повышение требований к качеству подготовки водителей. Нельзя забывать, что большинство ДТП совершаются по вине водителей механических транспортных средств, в связи с этим вопросы качества подготовки водителей в значительной мере определяют и уровень безопасности движения.

Согласно статье 28 Закона Республики Беларусь от 05.01.2008 № 313-З «О дорожном движении», услуги по подготовке, переподготовке, повышению квалификации водителей механических транспортных средств оказываются организациями, имеющими сертифи-

кат соответствия Национальной системы подтверждения соответствия Республики Беларусь на эти услуги (далее – учебные организации). В настоящее время подготовку, переподготовку и повышение квалификации водителей трамвая осуществляют 2 учебные организации – профессиональный лицей машиностроения № 3 г. Минска и учебный центр ЖКХ г. Витебска. В соответствии со статьей 12 Закона о дорожном движении контроль за соблюдением порядка предоставления услуг по подготовке, переподготовке и повышению квалификации водителей возложен на Министерство транспорта и коммуникаций. Официальными органами по сертификации являются РУП «Белтехосмотр» и РУП «Белорусский государственный институт метрологии».

Требования к деятельности по подготовке водителей трамвая приведены в постановлении Совета Министров Республики Беларусь от 31.01.2006 № 120 «О некоторых вопросах осуществления деятельности по подготовке, переподготовке, повышению квалификации водителей механических транспортных средств».

Обучение водителей при подготовке в учебных организациях осуществляется в соответствии с Постановлением Министерства транспорта и коммуникаций Республики Беларусь от 23.10.2012 № 47 (в ред. от 12.10.2020) «О единых программах подготовки водителей механических транспортных средств и лиц, обучающих управлению ими». На протяжении 10 недель будущие водители изучают предметы «Правила дорожного движения», «Основы управления механическим транспортным средством и безопасность движения», «Правовые основы дорожного движения», «Электрическое оборудование и электроснабжение», «Механическое и пневматическое оборудование», «Правила технической эксплуатации трамвая», «Электроснабжение и путевое хозяйство», «Охрана труда, электрическая и пожарная безопасность, охрана окружающей среды», «Основы организации движения, экономических знаний и культуры обслуживания пассажиров», «Первая помощь пострадавшим при дорожно-транспортных происшествиях». После этого проводится практическое обучение на протяжении 50 ч (не менее 12 дней по 4 часа), внутренний экзамен в организации. Далее кандидаты в водители трамвая сдают квалификационный экзамен в ГАИ (теоретический).

После получения права управления осуществляется стажировка водителя под руководством опытного инструктора на протяжении

200 ч. Стоит отметить, что стажировка водителя трамвая, принятого на работу и имеющего перерыв в выполнении работ более одного года, в случае, если он не работал водителем трамвая менее года составляет 70 ч, работал водителем трамвая более года – 40 ч. Предусмотрена стажировка водителя, переведенного на трамвай другой марки (модели), на котором ранее не работал в объёме 16 ч и стажировка водителя при переводе на маршрут, на котором ранее не работал или имеющих перерыв в работе на данном маршруте более одного года в объёме 16 ч.

Определим пути совершенствования подготовки водителей трамвая:

1. Увеличение календарного времени практического обучения водителю в учебной организации путём ограничения продолжительности ежедневных занятий до 2 ч в день.

2. Увеличение программного времени на изучение предмета «Правила технической эксплуатации» не менее чем до 66 ч.

3. Увеличение продолжительности стажировки водителя за счёт введения процедуры обязательного ознакомления с каждым маршрутом после прохождения 200 ч стажировки (не менее 8 ч на каждый маршрут).

4. Развитие ситуационного обучения, разработка тренажёров.

5. Введение обязательного повышения и подтверждения квалификации водителей (не реже 1 раза в 5 лет).

6. Создание специализированного учебного центра подготовки водителей городского электрического транспорта.

7. Введение в штатное расписание эксплуатационных организаций водителей трамвая-наставников в расчёте 1 ед. на 100 водителей, но не менее 3 ед. на каждые 100 транспортных средств.

ЛИТЕРАТУРА

1. Основы автоматизации интеллектуальных транспортных систем : учебник / Д. В. Капский, Е. Н. Кот, С. В. Богданович, О. Н. Ларин, С. С. Семченков. – Москва, Вологда : Инфра-Инженерия, 2022. – 412 с.

2. Обзор систем нерельсового городского электрического транспорта в Беларуси / С. С. Семченков, Е. Н. Кот // Социально-экономи-

ческие проблемы развития и функционирования транспортных систем городов и зон их влияния / науч. ред.: С. А. Ваксман. – Екатеринбург: Комвакс, 2020. – С. 247–256.

УДК 656.13

ПОВЫШЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ ДОРОЖНОГО ДВИЖЕНИЯ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕМ КОНТРОЛЯ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ТРОЛЛЕЙБУСОВ С УЧЁТОМ НОВЫХ ВИДОВ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ МАРШРУТНЫХ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ

Герасимович А. А., студ., **Семченков С. С.**, ст. преп.,
Белорусский национальный технический университет,
г. Минск, Республика Беларусь

Троллейбус представляет собой один из старейших образов «зеленого» транспорта, и является одним из самых перспективных видов транспортных средств для перевозки пассажиров. Используя электрический ток в качестве энергоносителя, троллейбус передвигается бесшумно, не выделяет токсичных газов, обладает хорошими динамическими качествами. Новые разновидности троллейбусов ИМС (с увеличенным автономным ходом) позволяют им двигаться до 50 км без привязки к контактной сети, что дало этому виду транспорта новые возможности и хорошие перспективы.

На данный момент вопрос о безопасности дорожного движения интерпретируется одним из самых актуальных. С каждым годом, количество транспортных средств на территории Беларуси неизменно растет. Отсюда и вытекают следующие последствия: неготовность инфраструктуры к резкому росту количества ТС, а самое глобальное – это увеличение количества дорожно-транспортных происшествий. Определенный процент аварий происходит по причине технической неисправности и это влечет за собой необходимость в улучшении контроля состояния транспортных средств, участвующих в движении. Не исключением являются и троллейбусы.

Поэтому, в современном мире, совершенствование конструкции троллейбуса ведется непосредственно в направлении повышения безотказности и долговечности его узлов и агрегатов. Для этого внедряют новые материалы, улучшают качество деталей, уменьшается число соединений, требующих периодической проверки, что не может не радовать, поскольку это положительное сказывается на безопасности перевозок, снижению поломок на линии и, как следствие, риск возникновения дорожно-транспортного происшествия, по технической неисправности, становится ниже.

Следует отметить, что контроль состояния троллейбусов является налаженным и систематизированным. То есть для городского электрического транспорта существуют свои определенные требования и правила перед тем, как выпустить данное транспортное средство на линию для перевозки пассажиров. Самым главным документом, который регламентирует техническое состояние троллейбусов, являются Правила технической эксплуатации троллейбуса. Для практического применения названных Правил служит СТБ 1729. В данном нормативном документе перечислены все технические требования к тормозной системе, рулевому управлению, к освещению и световой сигнализации, к обзорности, кузову, осям, подвескам, шинам и колесам, салону и электробезопасности, а также методам их проверки.

У троллейбусов, в отличие от гражданских автомобилей, более строгая система выхода на маршрут. Перед каждым выездом на линию у троллейбусов происходит ежедневный осмотр (ЕО), который выполняется ежедневно. Продолжительность нахождения троллейбуса, на ЕО не должна превышать 40 мин (с учетом времени на устранение неисправностей). ЕО включает проверку величины тока утечки троллейбуса, контроль технического состояния деталей и узлов троллейбуса обеспечивающих безопасность дорожного движения, электро и пожаробезопасность, проверку и заправку смазочными материалами и специальными жидкостями.

С учётом того, что в настоящий момент троллейбусы не подлежат государственному техническому осмотру, предлагается вынести данный вопрос для дальнейшей проработки и принятия решений по унификации требований на законодательном уровне.

ЛИТЕРАТУРА

1. Основы автоматизации интеллектуальных транспортных систем : учебник / Д. В. Капский, Е. Н. Кот, С. В. Богданович, О. Н. Ларин, С. С. Семченков. – Москва, Вологда : Инфра-Инженерия, 2022. – 412 с.
2. СТБ 1729-2016. Требования к техническому состоянию по условиям безопасности движения. Методы проверки.
3. ТКП 314-2011. Техническое обслуживание и ремонт городского электрического транспорта. Нормы и правила проведения.

УДК 656.13

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ПОВЫШЕНИЯ КВАЛИФИКАЦИИ ВОДИТЕЛЕЙ АВТОБУСОВ ПУТЁМ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ СРЕДСТВ ПРАКТИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВКИ

Новорай Д. А., студ., **Семченков С. С.**, ст. преп.,
Белорусский национальный технический университет,
г. Минск, Республика Беларусь

Анализ статистики аварийности и общественного мнения показывает, насколько важна не только начальная подготовка водителей категории «D», но и постоянное повышение их квалификации. Не малое значение играет именно практическая подготовка водителей. В существующих автодромах представлены такие обязательные элементы, как габаритная змейка, смещённая габаритная змейка, асимметричная змейка, габаритные ворота, которые помогают водителям лучше чувствовать габариты транспортного средства, так как задняя ось по сравнению с передней движется по меньшему радиусу. Далее габаритный тоннель, движение передним или задним ходом через створ ворот, образуемый двумя рядами ограничителей элемента. Следующими элементами являются «Прямолинейный участок для отработки приёмов торможения» и «Бокс для постановки транспортного средства на стоянку передним или задним ходом» – постановка транспортного средства передним или задним ходом в бокс, располо-

женный перпендикулярно к направлению движения за разовое включение передачи, с последующим возвращением на исходную позицию или с последующим выездом с неё. «Остановочный пункт маршрутного транспортного средства» является копией остановочного пункта маршрутных транспортных средств на дорогах общего пользования.

В настоящей работе предлагается дополнительное использование ряда следующих элементов: «Участки для отработки приёмов управления транспортным средством в условиях скользкого покрытия», что позволит водителям предотвратить избыточную или недостаточную поворачиваемость, а также преодолеть занос транспортного средства на скользкой дороге. «Прямой участок с внезапно появляющимися препятствиями и скользким покрытием» предназначен для улучшения реакции водителя при появлении препятствий и контроля транспортного средства перехватами руля. «Наклонное скользкое покрытие» позволяет водителю выработать оптимальный тормозной путь при движении по наклонному участку. «Аквапланирование» – небольшой бассейн глубиной около 4 см, который позволяет понять водителю опасность частичной или полной потери сцепления, вызванной присутствием водяного слоя.

При создании автодромов стационарного типа в организациях, специализирующихся на повышении квалификации водителей автобуса, предлагается использование элементов: «Прямой участок с внезапно появляющимися препятствиями и скользким покрытием» теперь имеет продолжение в виде кругового движения и гидравлического привода, который искусственно смещает заднюю часть транспортного средства для имитации заноса, «Змейка», наполовину состоящая из скользкого участка поверхности, которая помогает наглядно показать разницу влияния скорости и руления при смене полосы движения с сухого асфальта на мокрый. «Запутанный наклонный участок дорожного покрытия со скользкой поверхностью на спуске» включает в себя комплекс сложных дорожных условий. Также любые элементы на автодроме премиум-класса в зависимости от необходимости могут быть как орошаемые, так и искусственно заснеженные.

Отдельно остановимся на некоторых элементах.

1. Прямой участок с внезапно появляющимися препятствиями и скользким покрытием – представляет собой участок дороги длиной

около 90 м с орошаемой системой для создания скользкого покрытия, которые также являются препятствиями для водителя. Данный элемент помогает водителю улучшить свою реакцию. Инструктор же в своё время следит за тем, насколько быстро водитель откликнулся на возникшее препятствия, за правильностью перехвата руля и радиусом, по которому проехало транспортное средство.

2. Наклонное скользкое дорожное покрытие – прямой участок дороги с уклоном примерно 12 % и скользким покрытием помогает водителю выработать оптимальный тормозной путь и понять, насколько отличается торможение на скользком и сухом участке дороги. Инструктор же в своё время следит за правильностью выбора тормозного пути, постепенно увеличивая скорость движения.

3. Аквапланирование – участок дороги длиной около 70 м и глубиной воды около 4 см. Опасность – полная потеря сцепления шин с дорогой, главной причиной которой является избыточная скорость. Инструктор должен следить. Данный элемент помогает водителю понять, как нужно вести себя за рулём и какие факторы учитывать при аквапланировании (оптимальный выбор скорости, однородность дорожного полотна, тип и состояние шин, массу транспортного средства). Инструктор следит за тем, чтобы водитель выбирал правильную скорость движения, а также за правильностью выхода из аквапланирования. Оптимальным сценарием действий при аквапланировании является торможение двигателем без изменения положения руля. Если автомобиль «поплыл», нужно отпустить газ и не совершать резких движений, ожидая, когда естественные силы вернут сцепление и контроль над машиной.

4. Змейка, имеющая скользкий участок дороги – данная «Змейка» помогает водителю понять разницу поведения автомобиля при заезде со скользкого участка дороги на сухой и наоборот. Задача инструктора показать разницу в выборе скорости и радиуса поворота на данном участке дороги.

5. Запутанный участок дорожного покрытия со скользкой поверхностью на спуске – комплекс нескольких элементов автодрома. Психологическая составляющая, предназначена для того, чтобы водитель не растерялся при появлении нового препятствия. Инструктор в свою очередь следит за скоростью движения, выбором радиуса поворота, выбором оптимального тормозного пути, а также за реакцией водителя при преодолении элементов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Основы автоматизации интеллектуальных транспортных систем : учебник / Д. В. Капский, Е. Н. Кот, С. В. Богданович, О. Н. Ларин, С. С. Семченков — Москва ; Вологда : Инфра-Инженерия, 2022. — 412 с.

2. Закон Республики Беларусь от 05.01.2008 N 313-З. «О дорожном движении».

3. Постановление Совета Министров Республики Беларусь от 31.01.2006 № 120. «О некоторых вопросах осуществления деятельности по подготовке, переподготовке, повышению квалификации водителей механических транспортных средств».

УДК 656.13

WEB-СЕРВИС СВЯЗИ С ГРУППАМИ РЕАГИРОВАНИЯ РАЗЛИЧНЫХ ОПЕРАТИВНЫХ СЛУЖБ В ЦЕЛЯХ ЛОКАЛЬНОЙ КООРДИНАЦИИ

Земба А. П., студ., **Семченков С. С.**, ст. преп.,
Белорусский национальный технический университет,
г. Минск, Республика Беларусь

Рост количества транспорта и объема перевозок ведет к увеличению интенсивности движения, что в условиях населённых пунктов с исторически сложившейся планировкой приводит к возникновению различных транспортных проблем, что негативно сказывается на безопасности дорожного движения. Обеспечение быстрого и безопасного движения в современных городах требует применения комплекса мероприятий архитектурно-планировочного и организационного характера. Как результат сложности или невозможности проведения масштабных данных мероприятий создаётся ситуация неизбежности дорожно-транспортных происшествий, число которых может быть снижено, но не устранено до единичных случаев.

Безопасность участников движения характеризуется в том числе организационными мероприятиями, предназначенными на помощь

пострадавшим и минимизацию послеаварийных эффектов в различных аспектах. Как результат важными являются повышение скорости реагирования экстренных и коммунальных городских служб, их координация и обеспечение более быстрой и понятной взаимосвязи участников движения со службами.

В соответствии с СТБ 2556-2019 в рамках сервисной группы В.3.2 (управление ДТП) предлагается создание и внедрение web-сервиса для связи и отслеживания групп различных оперативных служб.

Данный web-сервис предусматривает три группы пользователей: участники дорожного движения, диспетчеры и бригады служб реагирования.

Реализованный в виде сайта или мобильного приложения, web-сервис предполагает:

- автоматизацию процесса реагирования;
- локальную координацию действий пользователей и групп;
- сохранение информации о вызовах для последующего анализа.

Автоматизация возможна с помощью упрощения передачи данных от пользователя за счёт меньшего количества действий со стороны пострадавшего, использования справочников частых происшествий, голосовых записей, автоматической передачи местоположения, сведению к минимуму роли диспетчера в процессе и передачи вызовов непосредственно участниками бригады.

Координация подразумевает собой возможность отслеживания местоположения бригады и связи с ней. С помощью данной функции появляется возможность участия пострадавшего или иных людей содействовать непосредственно бригадам служб реагирования от выезда навстречу до следования указаниям специалистов до их приезда.

Впоследствии сервис возможно расширить до использования и участия службами коммунального хозяйства. Участие данных служб является важной частью в координации действий в соответствии с утверждёнными планами реагирования на чрезвычайные ситуации, связанные с климатическими условиями (подтопления, обильные снегопады, резкое понижение температуры), что прямо связано с количеством нарушений движения транспорта и уровнем аварийности.

Скорость реагирования и принятия конкретных действий позволит сократить число пострадавших, раненых и погибших участников дорожного движения.

Правильный анализ данных обеспечит получение достоверной информации о причинах и закономерностях различных нарушений движения, что позволит своевременно внести корректирующие действия в существующие системы обслуживания и ремонта, в конечном итоге минимизировать и снизить количество аварий, тем самым повысив эффективность функционирования транспорта.

ЛИТЕРАТУРА

1. Основы автоматизации интеллектуальных транспортных систем : учебник / Д. В. Капский, Е. Н. Кот, С. В. Богданович, О. Н. Ларин, С. С. Семченков. – Москва, Вологда : Инфра-Инженерия, 2022. – 412 с.

2. СТБ 2556-2019. «Интеллектуальные транспортные системы. Архитектура интеллектуальных транспортных систем. Технические требования. Часть 1».

УДК 656.13

ИССЛЕДОВАНИЕ УСЛОВИЙ ДОРОЖНОГО ДВИЖЕНИЯ В ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ Г. ГРОДНО

Шилко Э. И., студ., **Кот Е. Н.**, канд. техн. наук, доц.,
Белорусский национальный технический университет,
г. Минск, Республика Беларусь

Город Гродно, активно развиваясь последние 25 лет, стал коридором для транспортных связей, в т. ч. и грузовых, что привело к повышению интенсивности транспортных потоков и увеличению нагрузки на существующую транспортную инфраструктуру. Кроме того, активное строительство двух новых крупных жилых районов Ольшанка и Грандичи в северной и южной частях существенно усложнили транспортные связи в городе.

Кроме того, растёт уровень автомобилизации населения, и в результате мосты через р. Неман по ул. Поповича и по Румлевскому проспекту (построенные в 70–80-х годах прошлого века) оказались

неспособными надежно пропускать увеличившиеся транспортные потоки, поэтому в часы пик на них образуются серьезные заторы.

06.08.2021 года были введены в эксплуатацию новый мост, реконструированный из железнодорожного под автомобильный и получивший название Восточный, а также первый участок внешней объездной магистрали, которая соединили пр-т Янки Купалы на левом берегу Немана, с автомобильной дорогой М-6/П4 и ОАО «Гродно-Азот». Основная задача первого участка внешней объездной магистрали – уменьшить транспортную нагрузку на перегруженном в часы пик Румлевском мосту и прилегающем к нему уличной сети г. Гродно.

Исследования проводились для того, чтобы получить сведения о том, как изменились интенсивность на уличной сети города, время сообщения между основными районами, показатели аварийности в условиях, когда Румлевский мост был закрыт на капитальный ремонт, поэтому транспортные потоки перераспределились в основном на ближайший к нему Восточный мост.

До закрытия Румлевского моста экспериментальным путем было определено время проезда из левобережной части города до одного из крупнейших предприятий Беларуси «Гродно-Азот» при движении через каждый из мостов. Установлено, что при движении через Восточный мост время сообщения уменьшилось почти на 6 минут в сравнении с маршрутом через Румлевский мост. Это обусловлено тем, что на протяжении почти всего участка внешней объездной магистрали и максимальная разрешенная скорость – 80 км/ч, построены две развязки в разных уровнях, а также отсутствуют участки со светофорным регулированием.

Выполнен количественный, топографический и очаговый анализ дорожно-транспортных происшествий в восточной части города. Количественный анализ производился для учетных и неучетных ДТП за 6 месяцев до введения Восточного моста и за 7 месяцев после ввода его в эксплуатацию. Поэтому для сравнения рассчитывался среднемесячный показатель в периоды до и после ввода Восточного моста.

После введения Восточного моста на исследуемых участках уличной сети произошло 169 дорожно-транспортных происшествий (в среднем за месяц – 24), что практически совпадает со среднемесяч-

ным показателем в период до введения моста (23). При этом увеличилось количество неучётных ДТП (с 22 до 23 в месяц), однако снизилось количество учётных ДТП (с 1,33 до 1).

Уменьшилось среднемесячное количество ДТП на пр-те Янки Купалы, пр-те Космонавтов и Румлёвском пр-те, увеличилось - на ул. Магистральной, ул. Карского, Скидельском ш. и ул. Брикеля. В результате топографического анализа выявлено 8 участков с повышенным уровнем аварийности.

Появление четвертого моста в г. Гродно привело к существенному перераспределению транспортных потоков. До ввода Восточного моста на Румлевском мосту интенсивность составляла около 2600 авт./ч в каждом направлении. После открытия движения на Восточном мосту интенсивность на Румлевском мосту снизилась до 1900–2000 авт./ч. После закрытия на ремонт Румлевского моста уровень интенсивности на Восточном мосту вырос до 2000 авт./ч в каждом направлении, что свидетельствует о том, что большая часть транспортной нагрузки с Румлевского моста перераспределилась именно на построенный Восточный мост.

Увеличение интенсивности на Восточном мосту привело к изменению условий движения на прилегающих к нему узловых пунктах уличной сети правобережной части города (пр-т Космонавтов – ул. Карского, Скидельское ш. – ул. Карского) и левобережной части (пр-т Купалы – ул. Южная, пр-т Купалы – ул. Кабьяка).

В левобережной части города для адаптации к новым уровням интенсивности были внесены изменения в работу светофорного регулирования на перекрестках пр-т Купалы – Южная, пр-т Купалы – ул. Кабьяка (увеличена длительность цикла с 81с до 89, изменена структура цикла с увеличением длительности разрешающих сигналов для левоповоротных направлений со стороны Восточного моста).

В правобережной части города изменения светофорного регулирования выполнены на перекрестках пр-т Космонавтов – ул. Карского (увеличение длительности цикла с 68 до 80 секунд), ул. Белуша – пр-т Румлевский (с 16:00 до 19:00 увеличение длительности цикла с 100 до 114 секунд), ул. Белуша – ул. Понемуньская (увеличение длительности цикла с 100 до 114 секунд для сохранения координированного светофорного регулирования на ул. Белуша).

На пересечении Скидельского ш. и ул. Карского после открытия Восточного моста интенсивность увеличилась практически в 2 раза,

появился новый подход к перекрестку со стороны транспортной развязки на ул. Белуша. Поэтому было принято решение вместо нерегулируемого перекрестка сделать кольцевую развязку, которая была введена в эксплуатацию 13 декабря 2021 г.

Сметная стоимость строительства 1-го участка внешней объездной магистрали (от пр-та Янки Купалы до ул. Карского) с учетом реконструкции железнодорожного моста составляла 113,9 миллиона белорусский рублей. Однако фактическая стоимость составила 102,8 миллиона рублей. Экономия средств в 11,1 миллиона достигнута за счет сокращения нормативных сроков строительства объекта, оптимизации проектных решений и проведении в установленном порядке процедур закупок.

Следующим этапом сооружения внешней объездной магистрали, 1-й участок планируется соединить с жилым районом Грандичи в северной части города. Для реализации этих мероприятий требуется строительство двух участков: от Озерского ш. до жилого района Грандичи и от ул. Карского до Озерского ш., ориентировочной стоимостью 29 млн. рублей. Кроме того, перекресток пр-та Космонавтов и ул. Карского около ОАО «Гродно-Азот» планируется преобразовать в развязку по одному из двух вариантов: кольцевая развязка в одном уровне либо развязка в двух уровнях типа «распределительное кольцо». Для выбора варианта для каждого из них будут выполнены транспортные расчеты пропускной способности и потерь в дорожном движении.

ЛИТЕРАТУРА

1. СТБ 1300-2014. Технические средства организации дорожного движения. Правила применения/РУП «БелдорНИИ» / Утвержден и введен в действие с последними изменениями с 01.09.2014. - Взамен СТБ 1300-2007. - Минск: 2014. – 138 с.

2. Врубель, Ю. А. Исследования в дорожном движении / Ю. А. Врубель // Мн. : БНТУ, 2007.

3. Врубель, Ю.А. Организация дорожного движения. В двух частях. Часть 1. / Ю. А. Врубель // Мн. : Белорусский фонд безопасности дорожного движения, 1996. – 328 с.

4. Врубель, Ю.А. Организация дорожного движения. В двух частях. Часть 2. / Ю. А. Врубель // Мн. : Белорусский фонд безопасности дорожного движения, 1996. – 306 с.

5. Врубель, Ю.А. Потери в дорожном движении / Ю. А. Врубель // Мн. : БНТУ, 2003.– 328 с.

УДК 656.13

РАЗВИТИЕ АСУ ДОРОЖНЫМ ДВИЖЕНИЕМ В ГРОДНЕНСКОЙ ОБЛАСТИ

Щерба Д. С., студ., **Кот Е. Н.**, канд. техн. наук, доц.,
Белорусский национальный технический университет,
г. Минск, Республика Беларусь

Автоматизированная система управления дорожным движением (АСУДД) как часть интеллектуальной транспортной системы (ИТС) является основным инструментом для повышения безопасности и уровня комфорта дорожного движения.

По состоянию на начало 2022 г. основу АСУДД в Гродненской области составляют 363 светофорных объекта (СФО), установленных на территории 15 населенных пунктов, в том числе 216 СФО – в г. Гродно и 56 СФО – в г. Лида. Обслуживанием СФО занимается КУП «СМЭП Гродненского облисполкома».

Основное периферийное оборудование СФО включает следующие компоненты.

1. *Дорожные контроллеры (ДК)*. На 98 % СФО применяются дорожные контроллеры «Думка» (98 %), доля ДК «БДКЛ» и ДК «СИДК» составляет по 1 %.

2. *Дорожные светофоры*. Общее количество применяемых дорожных светофоров составляет 5442 шт., в т. ч. транспортных светофоров – 2840 шт., пешеходных светофоров – 2602 шт., из которых 1978 шт. имеют встроенные индикаторы обратного отсчета времени.

3. *Указатели скорости (УСК)*. Общее количество применяемых УСК в г. Гродно составляет 87 шт.

4. *Детекторы пешеходов (ТВП)*. Общее количество применяемых ТВП по области составляет 191 шт.

5. *Детекторы транспортных средств (ДТ)*. ДТ с индуктивным чувствительным элементом (датчиком) применяется на одном СФО,

размещенном на пр-те Клецкова в г. Гродно для регулирования разворота транспортных средств. Магнитный ДТ применен в СФО, расположенном на пересечении просп. Космонавтов с соединительной дорогой от ТЦ «Материк» в г. Гродно.

Центральные диспетчерские пункты (ЦДП) АСУДД организованы в г. Гродно и г. Лида.

К ЦДП АСУДД г. Гродно подключены 155 СФО (72% от СФО в городе), остальные 61 СФО работают в локальных режимах.

К ЦДП АСУДД г. Лида подключены 35 СФО (63%), 21 СФО в город работает в локальных режимах.

Каналы связи, применяемые в АСУДД.

В качестве каналов связи для подключения СФО в г. Гродно и г. Лида используются телефонные пары.

11 СФО, расположенные в 6 небольших населенных пунктах городского типа Гродненской области, подключены к ЦДП г. Гродно с использованием GSM-каналов связи.

В АСУДД г. Гродно применяются следующие алгоритмы светового регулирования:

1) алгоритмы оперативного локального управления:

– регулярные алгоритмы:

а) не учитывающие оперативную транспортную ситуацию (управление по фиксированной диаграмме):

в) учитывающие оперативную транспортную ситуацию (стимулируемое управление с краткосрочной реакцией);

– специальные алгоритмы:

а) организация особых режимов управления (вход в режим регулирования, выход из режима регулирования, режим КК, режим ЖМ, режим ОС и др.);

в) организация привилегированного обслуживания (режим «зеленая улица»).

2) алгоритмы тактического локального управления, не учитывающие текущую транспортную ситуацию (алгоритмы управления по картам времени);

3) алгоритмы системного программного управления на оперативном уровне, не учитывающие оперативную транспортную ситуацию (алгоритмы координированного управления).

Исходя из проведенного анализа существующей организации дорожного движения в Гродненской области, были выявлены следующие основные проблемы:

1) недостаточное количество СФО в населенных пунктах и на пешеходных переходах, расположенных на республиканских автомобильных дорогах;

2) низкий уровень «гибкости» светофорного регулирования;

3) отсутствие связи большого числа СФО в населенных пунктах области с ЦДП;

4) необходимость увеличения количества участков уличной сети с координированным светофорным регулированием в соответствии с характеристиками транспортного потока;

5) малое количество СФО, работающих круглосуточно;

6) необходимость повышения уровня «интеллектуализации» АСДД;

Улучшение АСУДД системы управления дорожным движением целесообразно по нескольким направлениям:

1) экстенсивное расширение (строительство новых СФО);

2) обеспечение связи всех СФО области с региональным или «кустовым» ЦДП. Подключение к РЦДП может быть выполнено напрямую либо через «кустовые» ЦДП, размещенные в средних и малых городах;

3) для учета характеристик транспортных потоков необходимо применение детекторов транспортных средств (ДТ);

4) расширение применения координированного светофорного регулирования. В первоочередном порядке в связи со значительным изменением транспортной нагрузки необходимо провести работы для 35 СФО, расположенных на внутригородской кольцевой магистрали (ВКМ) г. Гродно;

5) увеличение количества СФО, работающих в режиме «Регулирование» на ночной период суток;

6) повышение уровня «интеллектуализации» путем создания (на первом этапе) базы данных паспортов СФО в г. Гродно и Гродненской области.

Улучшение автоматизированной системы управления дорожным движением позволят снизить аварийные, экономические, экологические и социальные потери в дорожном движении, а также повысить качество дорожного движения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Алексеев, В. О. Интеллектуальная технология организации движения транспортных средств / В. О. Алексеев // Автомобильный транспорт. – Харьков: ХНАДУ. – 2002. – Вып. 10. – С. 305–311.
2. Гудвин, Г. К. Проектирование систем управления [Текст] / Г. К. Гудвин, С. Ф. Греббе, М. Э. Сальдаго // пер. с англ. – М.: БИНОМ, Лаборатория знаний, 2004. – 911 с.

УДК 656.13

ИССЛЕДОВАНИЕ УСЛОВИЙ ДОРОЖНОГО ДВИЖЕНИЯ В СЕВЕРНОЙ ЧАСТИ ГОРОДА ГОМЕЛЯ

Лутик А. В., студ., **Кот Е. Н.**, канд. техн. наук, доц.,
Белорусский национальный технический университет,
г. Минск, Республика Беларусь

Гомель – город республиканского подчинения, многофункциональный центр с высокоразвитой многоотраслевой промышленностью, второй город в Беларуси по индустриальному, научному и культурному потенциалу.

В июле 2021 г. в северной части г. Гомеля был открыт новый участок магистральной уличной сети, соединивший перекрестки ул. Советская – ул. Ефремова и ул. Крупской – у. Каменщикова – ул. Лепешинского

Проведенное исследование направлено на получение данных по изменению условий движения после ввода нового участка уличной сети г. Гомеля для построения и калибровки в дальнейшем модели прогнозирования перераспределения интенсивности по уличной сети, а также числа пострадавших в дорожно-транспортных происшествиях (ДТП).

В период с 2017 по 2021г. в г. Гомеле произошло 687 учетных ДТП, в которых погибло 49 человек и были ранено 737 человек. На северную часть города приходится 95 происшествий, что составляет

12 % от общего их количества в городе. По данным за 2019 г., в городе произошло 5927 ДТП с материальным ущербом (в северной части – 704 ДТП, что составляет 11 % от общегородского количества). Наибольшее количество ДТП зафиксировано на ул. Советской (337), «плотность» ДТП на улице составляет 9 ДТП/км/год.

Наиболее нагруженными узловыми пунктами уличной сети в северной части являются перекрестки Советская – Федюнинского, Советская – Ефремова, Советская – Малайчука – Кирова, Федюнинского – Лепешинского. На перекрестке Советская – Федюнинского за 5 лет произошло 8 ДТП с материальным ущербом.

До внесения изменений в планировку и организацию дорожного движения на перекрестке Советская – Ефремова произошло около 40 ДТП с материальным ущербом и 1 ДТП с ранеными, в котором был нанесен ущерб сразу 5-ти автомобилям. После внесения изменений с 3 июля 2021г. на этом перекрестке произошло 7 ДТП с материальным ущербом.

На перекрестке Федюнинского-Лепешинского за исследуемый период было совершено 6 ДТП, в которых погибло 2 человека и 4 получили ранения, а также 10 ДТП с материальным ущербом.

Наиболее «опасным» является перекресток Советская – Малайчука – Кирова, на котором за 5 лет совершено 13 ДТП с ранением и гибелью, 105 ДТП с материальным ущербом. Основная часть ДТП (около 60 %) приходится на сумерки и темное время суток. Этот же период отмечен и самой высокой тяжестью последствий.

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. – Мн.: Госстандарт, 2014.

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ОДД НА УЛ. ЧЕЛЮСКИНЦЕВ В Г. МОГИЛЁВЕ

Павлик В. А., студ., **Кот Е. Н.**, канд. техн. наук, доц.,
Белорусский национальный технический университет,
г. Минск, Республика Беларусь

Ул. Челюскинцев занимает верхние строчки в «рейтинге» улиц г. Могилеве по количеству совершенных дорожно-транспортных происшествий (ДТП). Поэтому необходимо выявить причины высокой аварийности и внести предложения по улучшению ситуации и снижению риска возникновения происшествий. Для принятия решений по совершенствованию ОДД необходимо провести ряд исследований, одним из которых является количественный и топографический анализ аварийности на исследуемом участке.

За период 2017–2021 гг. в г. Могилеве было совершено 794 ДТП пострадавшими (848 человек ранено, 52 погибло), из которых 42 произошло на ул. Челюскинцев (ранено 52 человека, 4 погибло). Улица занимает 4-е место в городе количеству ДТП с пострадавшими, ее доля составляет 5 % от общегородского числа.

Что касается ДТП с материальным ущербом, то за 2019 г. в г. Могилеве было совершено 5025 происшествий, из которых 206 произошло на ул. Челюскинцев, что является 5-ым по количеству в перечне улиц города. Доля ДТП материальным ущербом на ул. Челюскинцев среди всех улиц г. Могилева составляет 4 %.

В период с 2017 по 2019 год количество ДТП в городе было относительно стабильным, однако в период с 2019 по 2021 гг. наблюдается рост их числа.

В ходе проведения исследований были выявлены очаги аварийности на ул. Челюскинцев: пересечения с ул. Мельникова, ул. Менжинского, ул. Ромашко, Пушкинский проспектом, а также путепровод ул. Челюскинцев над просп. Шмидта.

Участок с наиболее высоким количеством ДТП с пострадавшими – пересечение ул. Челюскинцев – ул. Мельникова, где было совершено 4 происшествия, в результате которых были ранены 3 человека и 1 погиб.

Самым распространенным видом ДТП с пострадавшими на ул. Челюскинцев является столкновение на пересечении дорог или повороте – 7 шт.

Наибольшее количество ДТП с материальным ущербом зафиксировано на пересечении ул. Челюскинцев – просп. Пушкинский (18 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. – Мн.: Госстандарт, 2014.

УДК 656.13

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ОРГАНИЗАЦИИ ДОРОЖНОГО ДВИЖЕНИЯ НА МАГИСТРАЛЬНЫХ УЛИЦАХ Г. ЗАСЛАВЛЯ

Зыль А. А., студ., **Кот Е. Н.**, канд. техн. наук, доц.,
Белорусский национальный технический университет,
г. Минск, Республика Беларусь

Заславль – город в Минской области, расположенный в 12 км от Минска на реке Свислочь. Основан в 985 году. Площадь города около 14,2 км², население – 17,7 тыс. человек. Внешние связи г. Заславля обеспечивают два вида транспорта: автомобильный и железнодорожный.

Дорожно-транспортный узел г. Заславля сформирован республиканскими автомобильными дорогами: Р-28 Минск – Молодечно – Нарочь и Р-65 Заславль – Дзержинск – Озеро, а также местными автомобильными дорогами. Сеть автомобильных дорог, подходящих к городу, обеспечивает связь города с соседними населенными пунктами, а также с г. Минском. Через территорию города проходит автомобильная дорога Р-28 Минск – Молодечно - Нарочь, которая делит город на две неравные части. Все пересечения автомобильной дороги Р-28 с уличной сетью города выполнены в разных уровнях.

Город имеет смешанную планировочную структуру, преимущественно линейно-прямоугольную, в отдельных районах радиальную, трудно-определяемую, исторически сложившуюся по направлениям основных транспортных коммуникаций. Основными улицами в городе являются магистральные улицы категории В, являющиеся продолжением внешних автомобильных дорог в городе – это улицы Советская, Путейко, Великая, Дзержинская, «безымянные» участки местной автомобильной дороги Н-8941 и республиканской автомобильной дороги Р-65. Магистральные улицы определяют каркас планировочной структуры города, по ним осуществляется пропуск внутригородских, целевых и транзитных автомобильных потоков. Протяженность магистральных улиц в границах города составляет 20 км, плотность магистральных улиц – 1,4 км/км².

На уличной сети города установлено 3 светофорных объекта:

- ул. Советская – ул. Заводская – ул. Студенецкая;
- ул. Советская – автомобильная дорога Н-8941;
- ул. Студенецкая – автомобильная дорога Н-8941.

В период с 01.01.2017 по 31.12.2021 года на уличной сети г. Заславля зафиксировано 22 дорожно-транспортных происшествия (ДТП) с пострадавшими, в которых 22 человека получили травмы различной степени тяжести. Также произошло 623 ДТП с материальным ущербом.

За тот же период на магистральных улицах г. Заславля зафиксировано 19 ДТП с пострадавшими (86 % от общегородского числа), в которых 19 человек получили травмы различной степени тяжести. Также произошло 169 ДТП с материальным ущербом (27 % от общегородского числа).

По результатам исследований характеристик транспортных и пешеходных потоков на магистральных улицах выбрано несколько направлений для совершенствования организации дорожного движения.

Предложено организовать координированное светофорное регулирование по ул. Советской от перекрестка с ул. Студенецкой до перекрестка с ул. Заводской. Расчетная скорость движения при разработке плана координации выбрана равной 50 км/ч. Для его реализации необходима корректировка диаграмм светофорного регулирования на 2 регулируемых перекрестках, а также предложено ввести светофорное регулирование на пешеходном переходе по ул.

Советской у дома № 112 и оборудовать его табло вызова разрешающего сигнала пешеходами (для гибкого светофорного регулирования в ночной период суток).

Предложено внести корректировки в схему ОДД на кольцевой развязке, расположенной на пересечении и автомобильной дороги Р-65 и ул. Великой.

Предложено организовать в городе единую велосипедную сеть, путем устройства велодорожек и велополос. На всех регулируемых участках предложено организовать велоперезды.

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Закон Республики Беларусь «О дорожном движении» 2008 г.
- 2 Правила дорожного движения. – Мн.: НЦПИ, 2013. – 112с.
- 5 Врубель, Ю.А. Организация дорожного движения. В двух частях. Часть 1 / Ю. А. Врубель // Мн. : Белорусский фонд безопасности дорожного движения, 1996.– 328 с.

УДК 656.13

ПОВЫШЕНИЕ КАЧЕСТВА ИНФОРМАЦИОННОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ МАРШРУТНОГО ПАССАЖИРСКОГО ТРАНСПОРТА НА ОСТАНОВОЧНЫХ ПУНКТАХ

Тарасевич Д. О., студ., **Семченков С. С.**, ст. преп.,
Белорусский национальный технический университет,
г. Минск, Республика Беларусь

Информация является решающим фактором, который определяет развитие технологии транспортного процесса и ресурсов в целом. Цель реализации информационных технологий на транспорте – это повышение эффективности транспортного процесса на базе использования современных средств. Маршрутный пассажирский транспорт играет важную роль для современного общества. Во все времена он остаётся одной из важнейших составляющих городской инфраструктуры и выполняет ряд важнейших социальных функций, обеспечивает территориальную целостность городов, доступность

всех элементов городского хозяйства. Посредством маршрутного пассажирского транспорта осуществляется основная часть трудовых поездок населения.

Для соответствия потребностям общества, расписание движения маршрутов должно гибко отвечать на все запросы в перевозках и может часто меняться. Для решения вопроса информирования пассажиров на остановочных пунктах предлагается использовать вместо «твердого» носителя табло на основе электронных чернил, преимущество которого будут недорогое производство, лёгкость установки, антивандальное исполнение, высокие показатели энергосбережения.

Для решения этой задачи был выбран дисплей 13,3inch e-Paper от компании Waveshare с встроенным бортовым интерфейсом управления SPI (диагональ: 13,3 дюйма; разрешение экрана: 1600 x 1200 пикселей; размер экрана с учетом контура: 285,8 x 213,65 мм, цена: \$420.00).

Так как вместе с дисплеем поставляется бортовой интерфейс управления SPI, то есть возможность подключить его к контроллеру Arduino Nano, благодаря которому будет производиться настройка и программирование информации, выводимой на экран. Так же к этому контроллеру можно подключить Wi-Fi модуль, что позволит

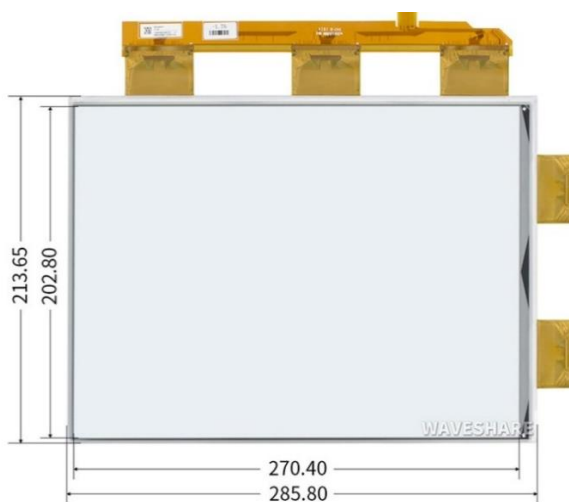


Рисунок 1 – Внешний вид дисплея 13,3inch e-Paper

работать с ним дистанционно. Основные характеристики контроллера (20 цифровых входных/выходных портов RX и TX, D2 ~ D13, A0 ~ A5, 8 аналоговых входных портов A0 ~ A7; 6 PWM порт, D3, D5, D6, D9, D10, D11; поддержка серийной загрузки и загрузки ISP; Поддержка внешний 3,3 V ~ работающего на постоянном токе 12 В источника питания; Поддержка литий-ионных полимерных батарей во время прямого подключения Vcc Pin; Частота часов 16 МГц, цена: \$3.06).

Мной разработан дизайн информационного наполнения, выводимого на табло с использованием eInk (представлено на рисунке 2).

Благодаря тому, что это табло может подключаться к сети, есть возможность выводить актуальную информацию онлайн и обновлять расписание дистанционно. Так же можно настраивать вид отображения данных под необходимую ситуацию. Например, не выводить точное расписание для одного маршрута, а выводить расписание для нескольких маршрутов. В будущем можно модернизировать данную систему, сделать без рамочной и добавить разъем-штекер для взаимной связи с такими же табло, что позволит объединять их и тем самым манипулировать размером электронного табло.



Рисунок 2 – Информационное наполнение табло

Корпус из прочной антивандальной пластмассы можно заказать у белорусской компании «Белпласт», которая специализируется на отливке пластмассовых изделий на заказ. Общая стоимость одного этого устройства без учета начальных затрат на программирование, формы для отлива и т. п – \$430.

ЛИТЕРАТУРА

1. Основы автоматизации интеллектуальных транспортных систем: учебник / Д. В. Капский, Е. Н. Кот, С. В. Богданович, О. Н. Ларин, С. С. Семченков // Москва, Вологда : Инфра-Инженерия, 2022. – 412 с.

2. Дисплей 13,3inch e-Paper [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://aliexpress.ru/item/32832744705.html>. – Дата доступа: 20.05.2022.

3. Контроллер подключения [Электронный ресурс]. URL: <https://aliexpress.ru/item/1005004194405375.html>. – Дата доступа: 20.05.22.

УДК 656.078

РЕШЕНИЕ ПРОБЛЕМ АВТОМОБИЛИЗАЦИИ ГОРОДА

Резниченко В. П., студ., **Овчинников И. А.**, ст. преп.,
Белорусский национальный технический университет,
г. Минск, Республика Беларусь

Стартап Podbike из Норвегии создал оригинальный велосомобиль Podbike Frikar, полностью защищенный от погодных условий, имеющий габариты сопоставимые с размерами велосипедного прицепа и не требующий получения разрешения на вождение в большинстве стран Европы. Серийный выпуск Podbike Frikar в конце 2022 года.

Представьте себе целый центр города, приспособленный для велосипедов, электрических велосипедов и велосомобилей и т. д. С полной системой правил дорожного движения и полос движения, даже светофорами и каким-то правоприменением, а также обозначенными

парковочными и зарядными зонами, и, возможно, можно представить настоящий «устойчивый город будущего».

Из уже существующих отдельных дорог для велосипедов хочется отметить Ванкувер, Копенгаген, а также московский патент велополитен «МАДИ». Рассмотрим их.



Рисунок 1 – Обособленная конструкция для велосипедов в Ванкувере

Данная конструкция имеет минус в том, что всё же не защищает от плохих погодных условий, хотя возможно в дальнейшем предполагает укрытие сверху, но установка данной конструкции будет осложнена габаритами и долгим сроком строительства.

Велосипед в Копенгагене есть практически у каждого человека, а общий процент людей, которые им регулярно пользуются, составляет около 40% городского населения.

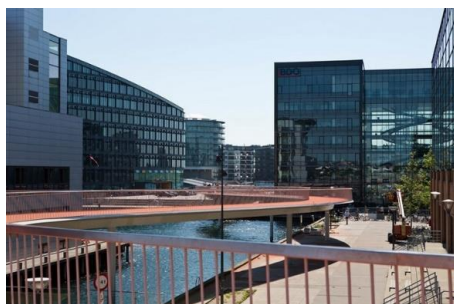


Рисунок 2 – Велосипедная дорожка в Копенгагене

Данная двухуровневая дорожка будет иметь сложности в строительстве для нашей местности, а также требует большого бюджета.

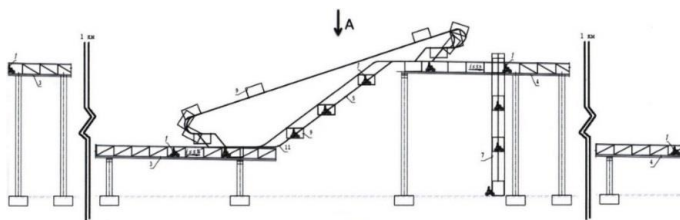


Рисунок 3 – Велополитен «МАДИ»

В этом патенте сложности возникают с подъемниками, которые будут перемещать транспорт по канатам, так как велик риск небезопасного перемещения. Помимо всего этого, данная конструкция также сложна в строительстве.

Исходя из всего вышеперечисленного, можно предложить следующую конструкцию, лишенную ряда недостатков, рассмотренных выше вариантов, представленную на рисунке 4.

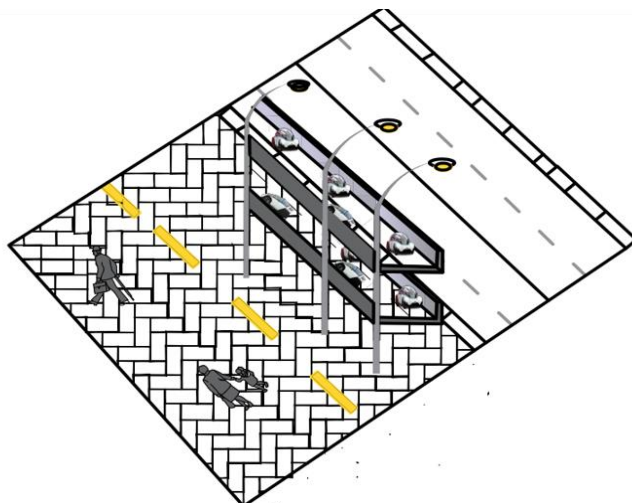


Рисунок 4 – Двухуровневая дорога на опорах освещения

Данное предложение, привлекает свое внимание тем, что опоры для того, чтобы обустроить зону для движения электровеломобилей не нужны, так как они уже существуют. Съезды (как и въезды) с данной магистрали будут осуществляться с помощью ножничных гидравлических столов, оборудованных защитными стенками для предотвращения падения электровеломобилей, которые будут доставляться до необходимого уровня, при этом выезжая на дорогу водитель будет ориентироваться по движущемуся потоку.

Поскольку встречные потоки разделены по разным уровням, то скорость движения может быть значительно увеличена, что повысит привлекательность использования данного вида транспорта. Это позволит снизить уровень использования автомобилей в черте города, что приведет к улучшению состояния экологии, позволит маневренно и быстро передвигаться в необходимые места назначения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Storck x PodBike Frikar affordable enclosed e-bike velomobile to replace your car» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://comptek.ru/news/cambium/5121>. – Дата доступа: 13.04.2022.

2. The Low-Slung Frikar E-Bike Is An Enclosed Aerodynamic Velomobile [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://cleantechnica.com/2021/02/02/the-low-slung-frikar-e-bike-is-an-enclosed-aerodynamic-4-wheeled-velomobile>. – Дата доступа: 15.04.2022.

3. Электрический четырехколесный веломобиль Podbike Frikar [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://24gadget.ru/1161073240-jelektricheskiy-chetyrehkolesnyj-velomobil-podbike-frikar-s-maksimalnoj-skorostju-do-25-km-ch-3-video.html>. – Дата доступа: 14.04.2022.

ИННОВАЦИОННАЯ СИСТЕМА ОПЛАТЫ ПРОЕЗДА С ПОМОЩЬЮ ИДЕНТИФИКАЦИИ ЛИЧНОСТИ ПАССАЖИРА

Лабусова А.Г., студ., **Овчинников И. А.**, ст. преп.,
Белорусский национальный технический университет,
г. Минск, Республика Беларусь

В статье представлен обзор на инновационную систему оплаты проезда на общественном наземном городском транспорте с помощью технологии идентификации личности пассажира, используя чип-карты. Определены преимущества и недостатки использования данной технологии и выявлены тенденции ее развития.

Согласно опросам общественного мнения, комфортность перемещения в автобусе является одним из самых важных факторов для пассажиров при выборе между личным и общественным транспортом. А удобство оплаты проезда является главным показателем комфортности перемещения.

Однако одной из насущных проблем общественного транспорта является безбилетный проезд пассажиров. Он связан либо с целенаправленной неуплатой, либо же из-за невозможности приобрести проездной документ. В любом случае, безбилетный проезд приводит к уменьшению средств, поступающих в бюджет организации, которые могли бы использоваться для улучшения качества оказываемой услуги перевозки.

Еще одним немаловажным фактором, который влияет на качество общественного транспорта, является одинаковая стоимость проезда, которая не учитывает расстояние поездки, а также ее комфортность.

Для повышения привлекательности общественного наземного городского транспорта и эффективности оплаты проезда пассажирам, предлагаю ввести инновационную систему оплаты проезда с помощью технологии идентификации личности пассажира, используя чип-карты или сокращенно «WOLF» (Wide Opportunity for Light Fare – широкие возможности для легкой оплаты общественного проезда).

Для работы данной технологии необходимо:

1) каждому, кто пользуется общественным транспортном, приобрести чип-карту с RFID-меткой, имеющую идентификационный код,

который будет лично привязан к владельцу. К этой карте, по желанию, можно привязать либо банковскую карту, либо открыть счет, который можно пополнять денежными средствами;

2) на входе в общественное транспортное средство установить считыватели дальней идентификации, которые распознают RFID-метку на расстоянии до десятков метров и позволят организовать комфортный проезд;

3) также считыватели дальней идентификации установить на остановочных пунктах для определения времени ожидания транспортного средства.

Идея работы технологии «WOLF» заключается в следующем:

1) как только человек подходит на остановочный пункт, считыватель распознает его идентификационный номер с чип-карты и начинает отсчет времени ожидания транспортного средства;

2) при посадке в транспортное средство на входе считыватель получает информацию от чип-карты, что пассажир вошел в транспортное средство и поездка началась. В это время прибор, находящийся на остановке, передает информацию о затраченном времени на ожидание. При выходе пассажира, считыватель получает соответствующий сигнал, рассчитывает пройденное количество остановок, скорость проезда и, учитывая время ожидания пассажиром транспортного средства, списывает сумму за проезд;

3) при нехватке средств на счету или банковской карте в первый раз система оставляет предупреждение о несовершении платежа в виде СМС. Пассажир обязан в течение 40 дней пополнить счет и возместить всю сумму, или он больше не сможет оплачивать этой картой проезд и система направит сообщения в органы;

4) к дополнительным услугам можно добавить учет количества человек, находящихся в транспортном средстве. Чем больше пассажиров во время поездки, тем менее комфортно находится, а значит стоимость проезда должна быть ниже, нежели с меньшей наполняемостью транспортного средства.

Пример исполнения чип-карты представлен на рисунке 1, а считывателя чип-карт – на рисунке 2.



Рисунок 1 – Пример чип-карты



Рисунок 2 – Пример считывателя чип-карт

К преимуществам технологии «WOLF» можно отнести то, что:

- учитывается расстояние, скорость поездки при расчете стоимости проезда;
- процент безбилетников сводится к минимуму, за счет постоянного контроля;
- учитывается комфортность поездки и время ожидания при расчете стоимости проезда
- удобство оплаты (нет необходимости покупать билеты, их сохранять и иметь с собой наличные денежные средства);
- сокращение персонала по продажам билетов;
- снижение нагрузки на водителя;
- возможность мониторинга интенсивности пассажиропотока и анализ маршрутов.

Нюансы технологии заключаются в следующем:

- считыватели, расположенные на транспортных средствах, должны срабатывать только при нахождении на остановочных пунктах;
- все пассажиры должны приобрести чип-карты;
- необходима дополнительная электроэнергия для питания считывателя;
- необходим дополнительный массив хранения данных по перевозкам.

Недостатки технологии:

- высокие требования к системе безопасности данных;
- сложная система программного обеспечения;

- материалозатратный переход к новой системе;
- возможность технических сбоев;
- рост затрат на оборудование и эксплуатацию;
- остается необходимость наличия контролеров.

Хоть технология «WOLF» предполагает материалозатратный и кардинальный переход от существующей системы, имеет высокие требования к безопасности и программному обеспечению, но она позволит эффективно контролировать оплату проезда с учетом степени комфортности и расстояния, что обеспечит удобство, увеличит количество новых пассажиров, повысит привлекательность общественного наземного городского транспорта, что поспособствует быстрому развитию и снизит количество жалоб пассажиров на качество обслуживания.

ЛИТЕРАТУРА

1. Исследование инновационных систем оплаты проезда на общественном транспорте [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/issledovanie-innovatsionnyh-sistem-oplaty-proezda-na-obschestvennom-transporte>. – Дата доступа: 13.04.2022.
2. Оплата проезда с помощью БСК [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://minsktrans.by/oplata-proezda/oplata-proezda-bsk>. – Дата доступа: 14.04.2022.

СЕКЦИЯ «ЭКОНОМИКА И ЛОГИСТИКА»

РОБОТИЗАЦИЯ СКЛАДСКИХ ЛОГИСТИЧЕСКИХ СИСТЕМ В МИРОВОЙ ПРАКТИКЕ

Мухина К. Р., студ., **Подобед О. С.**, студ.,
Ивуть Р. Б. д-р экон. наук, проф.,
Белорусский национальный технический университет,
г. Минск, Республика Беларусь

Тенденция автоматизации логистики продиктована стремительными темпами технологического развития и способствует повышению производительности, снижению количества произвольных ошибок, сокращает время сборки заказа и погрузочно-разгрузочных работ, повышает качество обслуживания.

Инвестиции в роботизацию могут быть оправданы, когда речь идет о стабильно высокой пропускной способности складской системы и высоком уровне сервиса организации складского комплекса.

В основе управления складским комплексом лежит информационная система Warehouse Management System (WMS), способствующая автоматизации складских операций. В программе хранятся данные о товарах, их характеристиках, местах хранения, которые собираются в режиме реального времени. Она связана со многими другими системами.

Сегодня наиболее часто применяемые в складской логистике роботизированные системы: автоматически управляемое транспортное средство (AGV), применяется при транспортировке грузов и не подразумевает участие водителя или оператора; автономные мобильные роботы (AMR); системы хранения и поиска с компьютерным управлением (AS/RS), предназначены для ускорения погрузочно-разгрузочного процесса и повышения качества выполнения заказов; коллаборативные роботы (для выполнения операций с участием человека).

Что касается Республики Беларусь, роботизация складах практически не внедряется – рынок труда сегодня не способствует инвестициям в робототехнику. В ближайшее время в Беларуси наиболее вероятно частичная автоматизация складов.

РАЗВИТИЕ АВТОМОБИЛЬНЫХ ГРУЗОВЫХ ПЕРЕВОЗОК ПО НАПРАВЛЕНИЮ БЕЛАРУСЬ-КИТАЙ

Семашко Е. А., студ., **Лапковская П. И.**, канд. эконом. наук, доц.,
Белорусский национальный технический университет,
г. Минск, Республика Беларусь

В настоящее время Китай является не только одним из крупнейших торговых партнеров Беларуси, но и одним из самых перспективных регионов для осуществления грузоперевозок по этому направлению.

В структуре экспорта услуг автомобильного транспорта РБ наибольший удельный вес занимают грузовые перевозки (97,5 % в 2021 г.). Как отмечают лидирующие компании в области перевозок грузов, автомобильные перевозки в Китай являются весьма перспективным направлением, что обусловлено скоростью транспортировки, т. к. они быстрее морских и даже железнодорожных, и существенно дешевле авиационных.

Несмотря на то, что активное развитие грузовых перевозок в Китай началось в 2017 г., т. е. с момента подписания соглашения в реализации концепции строительства Экономического пояса Шелкового пути, с 2020 г. сотрудничество между двумя странами усилилось с заключением двустороннего соглашения о международных автомобильных перевозках между Беларусью и Китаем, отменяющее приграничный характер сообщения, что значит получение возможности белорусским перевозчикам осуществлять перевозки не только в приграничной зоне (как правило, 60 км), но и на территории всего Китая.

Основные статьи белорусского экспорта в КНР: калийные удобрения, лесоматериалы, субпродукты, целлюлоза, молочная сыrovотка, сахар, масло рапсовое, электронные интегральные схемы и др.

Таким образом, возможность осуществления международных автомобильных перевозок в направлении Беларусь – Китай окажет положительное влияние на дальнейшее увеличение экспорта услуг, оказываемых автомобильным транспортом.

ДРОНЫ В ТРАНСПОРТНО-ЛОГИСТИЧЕСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Гришук П. А., студ., **Пильгун Т. В.**, канд. техн. наук, доц.,
Белорусский национальный технический университет,
г. Минск, Республика Беларусь

На сегодняшний момент одним из перспективных трендов в логистической сфере является использование дронов. Среди популярных грузовых дронов выделяют 6 моделей: DJI Spreading Wings S1000 +, DJI Matrice 600, Freefly Alta 8, Yuneec Tornado H920, DJI Agras MG-1P, Aeronex drone VertiPod. Максимальный взлетный вес у Aeronex drone VertiPod составляет 100 кг. В то время как существенные производители дронов находятся в США, Китае и Европе, современным центром по предоставлению спектра услуг с использованием дронов является Африка.

Одним из главных преимуществ использования данной технологии является скорость доставки. Другим достоинством является сокращение расходов компании, за счет уменьшения количества курьеров и водителей, отсутствие необходимости иметь собственные территории для взлета. Иногда жизнь человека зависит от какого-нибудь медицинского препарата и счет идет на секунды. В таких случаях целесообразно использовать дроны для быстрой доставки необходимого препарата. Бывают маршруты, которые представляют опасность для жизни человека, а также неблагоприятные условия – в таких случаях использование дронов является грамотным и безопасным решением. Важнейшее препятствием для оказания услуг по транспортированию грузов при помощи грузовых дронов – законодательство, которое часто препятствует предоставлению услуг посредством дронов, либо обременяет их.

Таким образом, дроны являются перспективным направлением в сфере логистики. Он обладает множествами достоинствами, однако существуют и проблемы по применению дронов. В настоящее время разрабатываются методы для того, чтобы применение дронов происходило без препятствий.

Гришук П. А., студ., **Лапковская П. И.**, канд. эконом. наук, доц.,
Белорусский национальный технический университет,
г. Минск, Республика Беларусь

ЕАЭС расширяется как Евразийский экономический союз и обозначает специальное экономическое пространство, которое включает в себя такие страны как Россия, Беларусь, Армения, Казахстан, Киргизия. Существует Единая товарная номенклатура внешне-экономической деятельности ЕАЭС и Единый таможенный тариф ЕАЭС. Принято выделять 21 раздел, который включает 97 групп товаров. Что касается препятствий ЕАЭС, то их выделяют 52, из которых 16 – барьеры, 36 – ограничения. Препятствия по странам располагаются следующим образом: Беларусь – 41, Киргизия – 40, Россия и Казахстан – 39, Армения – 37.

Рассмотрев реестр препятствий на 16.04.2022 на официальном сайте ЕАЭС в сфере регулирования «транспортная политика», выделились 4 ограничения. Первое – расхождение в очереди оформления специальных разрешений на перемещение крупногабаритных и (или) тяжеловесных транспортных средств в государствах-членах. Второе – не наличие возможности беспрепятственного доступа судов под флагом государств-членов к плаванию по внутренним водным путям государств-членов. Третье – разница в способах государств-членов в государственной корректировке авиационных услуг. Четвертое – различия максимально допустимых масс, осевых нагрузок и габаритов транспортных средств в государствах-членах.

Транспортный поток включает в себя воздушный, железнодорожный, водный и автомобильный транспорт. В настоящее время активно происходит переход на цифровизацию, который оказывает положительный эффект. Стоит отметить, что ЕАЭС на сегодняшний день имеет широкие перспективы: к 2025 году будет осуществлена общая цифровая повестка ЕАЭС, а также разработан общий финансовый рынок ЕАЭС.

ЛИЗИНГ НА АВТОТРАНСПОРТЕ: СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПУТИ РАЗВИТИЯ

Капский П. Д., студ., **Ивуть Р. Б.** д-р экон. наук, проф.,
Белорусский национальный технический университет,
г. Минск, Республика Беларусь

Лизинг есть долгосрочная аренда машин, оборудования, транспортных средств, производственных сооружений и т. п. с возможностью их последующего выкупа по остаточной стоимости.

Лизинг автотранспортных средств можно разделить на три условных направления:

- лизинг специализированного автотранспорта;
- лизинг автомобилей для среднего класса;
- лизинг дорогостоящих легковых автомобилей.

По состоянию на конец 2021 года в реестр лизинговых организаций Национального банка было включено 112 организаций. В течение 2020 года из реестра по разным причинам выбыло 10 организаций и было включено 10.

На данный момент отмечается, что три региона (Северная Америка, Европа и Азия) контролируют более 96,5 % мирового объема рынка услуг лизинга. В Северной Америке объем нового бизнеса сократился на 6,7 %, в Европе – на 7,5 %. Бизнес в Азии вырос на впечатляющие 13,0 %, и в основном за счет роста рынков Китая, Тайваня и Кореи. Южная Америка выросла на 10,5 %, Австралия/Новая Зеландия снизились на 3,4 %, Африка сократила рынок на 39,9 %.

Пять крупнейших стран в рейтинге GLR (США, Китай, Великобритания, Германия и Япония) контролируют более 72 % мирового объема, и показатели в этих странах определяют общую картину глобального объема нового бизнеса. Эти регионы определяют тенденции на ближайшие годы.

Сектор финансирования коммерческих транспортных средств показал рост объема нового бизнеса на 15 % в августе 2021 года по сравнению с тем же месяцем 2020 года. За тот же период секторы финансирования коммерческого оборудования и финансирования промышленного оборудования зафиксировали рост объема нового бизнеса на 12 %.

Козловская М. А., студ., **Пильгун Т. В.**, канд. техн. наук, доц.,
Белорусский национальный технический университет,
г. Минск, Республика Беларусь

Согласно межправительственному соглашению о «сухих портах», принятому резолюцией 69/7 Экономической и социальной комиссии ООН от 1 мая 2013 г., «сухой порт» – это место внутри территории страны с логистическим центром, соединенное с одним или более видами транспорта, предназначенное для обработки, временного хранения и предусматриваемого законом осмотра грузов, перевозимых в процессе международной торговли, и совершения применимых таможенных контрольных функций и формальностей.

«Сухие порты» являются частью международных интермодальных транспортных и экономических коридоров. Как правило они технологически связаны с водными или воздушными портами. Это сложные транспортно-логистические системы, в состав которых входят судоходные линии, склады, транспортные и логистические предприятия и т.п. Одним из условий их эффективного функционирования является внедрение цифровых технологий и автоматизация производственных процессов.

Цифровые технологии, применяемые в «сухих портах» чаще всего заключаются в поддержке базовой инфраструктуры при помощи различных интеллектуальных датчиков (например, габаритные датчики, датчики освещенности), использовании передовых систем обеспечения безопасности (сетевые биометрические сканеры и сенсорные системы), внедрении искусственного интеллекта в различные сферы деятельности «порта», а также создании цифровых копий и цифровых логистических платформ.

Рациональное внедрение перечисленных технологий способствует оптимизации работы «сухого порта» и повышению качества сервисного обслуживания.

ИССЛЕДОВАНИЕ ПОТОКОВОЙ ПРОПУСКНОЙ СПОСОБНОСТИ ТРАНСПОРТНО-ЛОГИСТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

Яськевич Д. А., студ., **Казак Ю. В.**, студ.,
Стефанович Н. В., ст. преп.,
Белорусский национальный технический университет,
г. Минск, Республика Беларусь

Общая пропускная способность международных автодорожных пунктов пропуска Республики Беларусь составляет более 30,5 тыс. автомобилей в сутки. В современных условиях функционирования введены ограничения со стороны Европейского союза, снижающие потоковую пропускную способность.

Для анализа потоковой пропускной способности рассчитаем интенсивность грузопотоков, или количество тонн, перевозимых в единицу времени. Ее величина зависит от расстояния и стоимости перевозки, времени движения. Интенсивность транспортного потока прямо пропорциональна количеству перевозимых тонн и обратно пропорциональна времени. Предложим коэффициент k_u , учитывающий факторы влияния на интенсивность поступающих грузопотоков. Его величина зависит от объема и расстояния перевозки и исчисляется как частное от деления двух функций за текущий и за отчетный период времени соответственно по формуле:

$$k_u = \frac{F_1}{F_0} = \frac{F_1(Q_i, l_i, T_i)}{F_0(Q_0, l_0, T_0)}$$

где Q_i – объём перевозимых грузов; l_i – расстояние перевозки груза; T_i – время движения.

За счет введения в 2022 году ограничительных мер со стороны транзитных государств увеличивается расстояние перевозки, снижается интенсивность и пропускная способность Республики Беларусь.

СУЩНОСТЬ И РОЛЬ КОНТРЕЙЛЕРНЫХ ГРУЗОПЕРЕВОЗОК В СОВРЕМЕННОЙ ТРАНСПОРТНОЙ ЛОГИСТИКЕ

Маркова Е. С., студ., Зиневич А. С., маг. экон. наук, ст. преп.,
Белорусский национальный технический университет,
г. Минск, Республика Беларусь

Появление и впоследствии широкое распространение в практике мировой транспортной логистики *контрейлеров* (англ. *contrailer*; амер. *trailer on flatcar, TOFC*) как альтернативной интермодальной транспортной единицы (ИТЕ) обусловлено рядом существующих недостатков контейнерной системы ISO: неполное использование максимальной длины автопоезда, несоответствие размерам стандартных поддонов и т. д.

Современная *контрейлерная транспортно-технологическая система* является результатом совместного использования технических средств и технологических решений автомобильного и железнодорожного транспорта. При данном способе перевозки магистральная транспортировка автомобильного полуприцепа, съемного кузова либо контейнера со встроенным автомобильным шасси выполняется на железнодорожных платформах.

Различают несопровождаемые и сопровождаемые перевозки контрейлеров. В первом случае на железнодорожной платформе размещается только полуприцеп, а начальный и конечный участки транспортного процесса реализуются различными седельными тягачами и водителями. Во втором случае тягачи и водители транспортируются по железной дороге с полуприцепами.

На сегодня контрейлерные перевозки заняли значимой место в мировой транспортной логистике: в Европе порядка 8 % перевозок автомобильными прицепами частично осуществляются в интермодальном железнодорожном сообщении. В США контрейлеры формируют до 20 % общего количества ИТЕ, эксплуатируемых на железных дорогах страны.

ПРЕИМУЩЕСТВА ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИИ «ИНТЕРНЕТ ВЕЩЕЙ» В ЛОГИСТИКЕ

Гришук П. А., студ., **Зиневич А. С.**, маг. экон. наук, ст. преп.,
Белорусский национальный технический университет,
г. Минск, Республика Беларусь

На сегодняшний день открыто множество инновационных технологий, которые активно применяются в сфере логистики. Одной из наиболее значимых среди них – технология Интернет вещей (IoT) – система, содержащая разные установки, связанные в единую сеть и имеющие связь между собой.

Логистика – одна из первых сфер деятельности, использовавшая данную технологию. В аналитическом отчёте GT Nexus и Campegini, обнародованном в издании Business Insider, сказано, что около 70% передовых зарубежных компаний, имеющих развитые логистические системы, активно используют технологию с целью повышения результативности принимаемых решений и производительности.

Технология обладает множеством преимуществ: рациональное применение активов, улучшение условий безопасности, уменьшение случаев воровства и фальсификации, слежение за трудовым процессом и ресурсами, прозрачность происходящего и быстрое принятие необходимых мер при необходимости, исследование действительных данных для совершения требуемых решений, уменьшение обработки информации для увеличения правильности и уменьшения периода времени, нахождение новых способов при помощи исследования моделей поведения покупателей. Из представленных преимуществ следует важность и значимость технологии Интернет вещей.

Сегодня ИОТ стоит рассматривать в качестве способа, который может достичь равномерного движения потоков и выполнения логистических операций с уменьшением неиспользованных средств для получения максимального финансового эффекта.

**PROSPECTS FOR THE USAGE OF HYDROGEN CARS
IN TRANSPORT LOGISTICS**

Prokopovich V., Stud., **Tratsevskaya A.**, Stud.,
Zinevich A., Master of economic sciences, Senior Lecturer
Белорусский национальный технический университет,
г. Минск, Республика Беларусь

A promising direction in the decarbonization of transport may be the development of hydrogen-fueled cars. In particular, this is the same electric car, but the energy source for the electric motor is not a battery, but a hydrogen fuel cell, that converts hydrogen into electricity. That means, in both cases, electricity is involved, and carbon emissions are zero.

From the point of view of traditional operation, such as road freight transportation, a car is more familiar than an electric car: it is refueled not from an outlet, but almost in the same way as a gasoline or diesel analog – at a gas station.

However, a hydrogen car is very dependent on the ambient temperature: with a decrease of every 10 degrees, the speed of the chemical reaction drops by 2–4 times, which reduces the energy efficiency of the fuel. This option is not suitable for the Republic of Belarus yet, but engine heating technologies are nowadays still being developed. Despite the fact that hydrogen transport is promising, since it meets the demand for decarbonization, technological features do not allow the rapid development of this type of transport. The components of a hydrogen car are very expensive, and only large concerns can afford them, and this slows down both the development of technology and the demand on it.

In addition, now the fuel system of a hydrogen car takes up a lot of space. This leads to an increase in the volume of the vehicle, but at the same time the space for the driver is reduced. Therefore, the usage of hydrogen fuel in commercial or cargo transport will be the most optimal.

Thus, technologies will continue to improve, but so far, a hydrogen car is still not suitable for mass distribution.

ОБЗОР ТОВАРОСОПРОВОДИТЕЛЬНОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ АССОЦИАЦИИ FIATA

Симак А. В., студ., **Зиневич А. С.**, маг. экон. наук, ст. преп.,
Белорусский национальный технический университет,
г. Минск, Республика Беларусь

Важную координационную роль на мировом рынке транспортных услуг играет Международная федерация экспедиторских ассоциаций FIATA. Это мировой транспортный орган неправительственного характера, в работе которого участвуют представители национальных рынков транспортного экспедирования из 150 стран. Создана в Вене 31 мая 1926 года. К числу документарных продукты FIATA относятся:

- экспедиторская расписка;
- экспедиторский сертификат перевозки;
- оборотный мультимодальный транспортный коносамент;
- складская расписка;
- поручение экспедитору;
- декларация отправителя о перевозке опасных грузов;
- необоротная мультимодальная транспортная накладная;
- интермодальное весовое свидетельство отправителя;
- нейтральная воздушная накладная.

Основное практическое предназначение документации FIATA связано с упорядочением и упрощением логистических операций по транспортировке товаров и перемещению подвижного состава в ходе международной торговли. В итоге достигается снижение транзитного времени, оптимизируются процессы управления запасами и транспортировкой. Характерной чертой документов FIATA выступает цифровой формат хранения, передачи и обработки данных.

Применение стандартизированной документации FIATA призвано способствовать росту эффективности внешнеторговых сделок и созданию единообразных торговых правил.

СУЩНОСТЬ И КЛАССИФИКАЦИЯ ГРУЗОВЫХ И ТРАНСПОРТНЫХ ПОТОКОВ В ЛОГИСТИКЕ

Арутюнянц К. В., студ., **Зиневич А. С.**, маг. экон. наук, ст. преп.,
Белорусский национальный технический университет,
г. Минск, Республика Беларусь

В теории и практике логистики материальный поток имеет роль основополагающего вида ресурсов. В ходе движения он трансформируется из одного вида потока в другой, являя собой транспортный и грузовой потоки.

Грузовой поток представляет собой совокупность материально-технических ценностей, перемещаемую между установленными пунктами за период времени. Обычно он рассматривается в качестве параметра работы транспорта, а его величина находится путём суммирования материальных потоков, перемещаемых в одном направлении за установленный временной промежуток. Классификация грузовых потоков по назначению связано с разделением грузов по топографическому признаку. При классификации по родам грузов выделяется основная номенклатура грузов, перевозимая на определённом виде транспорта, а классификация по видам транспорта используется при анализе работы транспорта общего пользования.

Грузовой поток зачастую выступает в качестве вложенного по отношению к транспортному потоку – совокупности транспортных средств в рамках конкретного пути сообщения за промежуток времени. Количественная мера транспортного потока состоит в линейной зависимости от величины грузового потока. Транспортные потоки классифицируются по ряду критериев: состоянию транспортных средств, направлению движения, виду транспорта и объекту перевозки.

Эффективное управление грузовыми и транспортными потоками позволяет обеспечить оптимальное функционирование различных видов транспорта и построение рациональной системы доставки.

ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ГРУЗОВЫХ АВТОМОБИЛЕЙ В ЛОГИСТИКЕ

Бондаренко А. Д., студ., **Басирова А. Ю.**, студ.,
Зиневич А. С., маг. экон. наук, ст. преп.,
Белорусский национальный технический университет,
г. Минск, Республика Беларусь

Развитие грузовых электромобилей связано с постоянно ужесточающимися экологическими нормами. Перспективы бестопливных фургонов следующие: экономия на топливе и техобслуживании, что важно для коммерческого транспорта из-за постоянных разъездов; возможности использовать современные технологии; модульная система кузова, подстраивающаяся под различные цели; экологичность.

Главным недостатком электрических грузовых автомобилей является ограниченная емкость аккумуляторных батарей. Этот фактор делает эксплуатацию электрических грузовых автомобилей весьма сложной, особенно на межрегиональных направлениях.

У данных батарей есть собственные недостатки, которые ограничивают рентабельность их использования: эффект старения, из-за которого владелец машины будет вынужден периодически менять аккумулятор и нести связанные с этим затраты; чувствительность даже к небольшому увеличению напряжения при зарядке, из-за которого серьезно страдает емкость батареи; нарушение целостности защитной оболочки может привести к взрыву аккумулятора. Еще один недостаток литий-ионных источников энергии – резкое снижение производительности при температурах ниже нуля. На современном этапе развития электрические грузовые автомобили используются в городских условиях. Длительности хода на одной зарядке вполне хватает для выполнения ежедневных задач коммунальных служб, компаний по внутригородской доставке различных грузов или перевозке пассажиров.

УДК 656.033:656.135

ДИФФЕРЕНЦИАЦИЯ ТРАНСПОРТНЫХ ТАРИФОВ НА ГРУЗОВОМ АВТОМОБИЛЬНОМ ТРАНСПОРТЕ

Маркова Е. С., студ., **Арутюнянц К. В.**, студ.,
Зиневич А. С., маг. экон. наук, ст. преп.,
Белорусский национальный технический университет,
г. Минск, Республика Беларусь

Экономически обоснованное ценообразование на продукцию грузового автомобильного транспорта в условиях развития рыночной системы хозяйствования является важной научно-практической задачей. Для Беларуси развитие грузового автотранспорта является экономическим приоритетом ввиду компактной внутриконтинентальной конфигурации территории страны и пересечения на ней международных транспортных коридоров. Теоретические основы ценообразования на транспортные услуги грузового автомобильного транспорта заложены в работах российских (Е. В. Будрина, В. П. Бычков, А. Д. Хмельницкий) и белорусских (Р. Б. Ивуть, Д. М. Антюшена, В. Н. Седюкевич, А. А. Тозик) ученых-транспортников и экономистов.

Под транспортным тарифом понимается денежное выражение стоимости оказываемых транспортных услуг. Уровень тарифов на транспортные услуги формулируется в рамках транспортной политики автотранспортной организации.

Тарифная политика хозяйствующего субъекта в отрасли грузового автомобильного транспорта может предусматривать дифференциацию тарифов в зависимости от различных условий. В качестве критериев, или принципов, дифференциации могут использоваться: тип эксплуатируемого подвижного состава, расстояние перевозки, особый характер грузов (опасные, скоропортящиеся), срочность доставки, объем транспортировки и класс груза, климатические условия и другие факторы.

Стратегия дифференцированного тарифообразования на грузовом автотранспорте предполагает наличие надбавок и скидок к тарифной плате, устанавливаемых по различным из указанных выше критериев.

ECO-FRIENDLY BIOFULES IN LOGISTICS

Prokopovich V., Stud., **Tratsevskaya A.**, Stud.,
Lapkovskaya P., Ph.D. in Economy, Associate Professor,
Белорусский национальный технический университет,
г. Минск, Республика Беларусь

Biofuels created on the basis of organic components – ethanol, Flex-Fuel, biodiesel, biogas – are practically a full-fledged alternative to gasoline or diesel, but are produced from renewable natural resources. Plants, agricultural waste, even human waste can become the basis for biofuels. It can be used both together with gasoline (E85 mixture) and separately.

One of the main disadvantages of biofuel is that the vehicle continues to emit CO₂, so the emission will not be zero. Although such emissions do not violate the carbon balance of the planet, they are compensated by the absorption of carbon dioxide by plants that are used in the production of fuel.

But in order to meet the fuel needs during a mass transition, a large amount of biomass will be required, and problems may arise here: huge land resources are needed for growing raw materials – corn, cane, potatoes. For example, ethanol production is now established in Brazil, but in order to grow sugar cane, which is necessary for its production, trees had to be cut down in the Amazon forests, and this is a severe blow to the ecosystem.

The biggest advantage of the "biological alternative" over diesel or gasoline is the fact that the use of biofuels does not require a restructuring of the infrastructure or a serious modification of the entire structure of the car. Bioethanol, for example, can be burned in engines with a higher compression ratio, which opens up new prospects for the development of production technology: more economical and more powerful engines can be created.

At the same time, carbon neutrality is achieved through production, but not operation. That is, in a global sense, it contributes to decarbonization, but does not solve the problem of gas pollution in cities, and, therefore, does not make the quality of life of an individual better.

СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ СКЛАДОМ

Кузьмицкий А. С., студ., **Осипова Ю. А.**, маг. экон. наук, ст. преп.,
Белорусский национальный технический университет,
г. Минск, Республика Беларусь

Аббревиатура WMS буквально переводится как «система управления складом». Это программное обеспечение, которое объединяет большинство процессов производства в одну систему: хранение, маркировка, погрузки, перемещения, возвраты товаров. Позволяет контролировать каждый продукт на складе, работу персонала и бухгалтерию, планировать задачи и в целом организовать четкую работу склада.

С таким количеством процессов, происходящих одновременно на любом отдельном складе, система управления складом (WMS) важна для эффективного управления цепочками поставок в 2021 году и далее. Управление складом относится к общему наблюдению за операциями на складе.

Отслеживание таких вещей, как получение, отслеживание и хранение запасов, а также обучение персонала, управление отгрузкой, планирование рабочей нагрузки и мониторинг движения товаров, очень важно для успеха. WMS предназначена для повышения эффективности цепочки поставок и обеспечения полной видимости операций.

Преимущества внедрения системы следующие:

- отслеживается жизненный цикл товаров;
- прозрачно и точно выполняются операции;
- повышается пропускная способность;
- улучшается производительность;
- сокращается бумажный документооборот;
- оптимизируется пространство.

В данной работе рассмотрена возможность внедрения WMS на предприятии. Результаты работы показали последствия внедрения WMS на примере EnVista.

БЛОКЧЕЙН В ЛОГИСТИКЕ

Кухарчук А. Д., студ., **Лапковская П. И.**, канд. эконом. наук, доц.,
Белорусский национальный технический университет,
г. Минск, Республика Беларусь

В настоящее время изменения в подходах к ведению бизнеса привели к необходимости в технологии, способной обеспечить прозрачность и безопасность всех связанных процессов – блокчейн. При упоминании блокчейна люди в основном вспоминают о криптовалюте – цифровых деньгах. Однако технология используется во многих областях, включая логистику.

Блокчейн – способ хранения информации, при котором данные записываются в блоки в распределенном реестре. Информация не хранится одним человеком, она дублируется каждым участником системы.

У любого пользователя есть история транзакций других людей – обман невозможен.

Из-за растущей сложности цепочек поставок крупные компании постоянно говорят о внедрении блокчейна в логистику, но лишь немногие сделали это. Около трети фирм осваивают блокчейн. Следовательно, компании в основном используют привычные методы коммуникации для связи друг с другом: электронную почту, мобильную связь или мессенджеры. Между тем запросы людей растут, а с этим и необходимость осваивать новые способы коммуникации, появляется необходимость обрабатывать и передавать большие объемы информации другим сторонам.

Блокчейн создает конкурентные преимущества для компаний на рынке, в логистике позволяет повысить эффективность бизнес-процессов, автоматизировать административные операции и способствует появлению новых инновационных услуг и бизнес-моделей. В сочетании с другими инновациями может эффективнее организовать физический поток товаров и синхронизировать его с информационными и финансовыми потоками.

РАЗВИТИЕ ГЛОБАЛЬНЫХ ЛОГИСТИЧЕСКИХ КОНЦЕПЦИЙ

Васюкова А. И., студ., **Оленская А. В.**, студ.,
Якубовская Т. Л., ст. преп.,
Белорусский национальный технический университет,
г. Минск, Республика Беларусь

Сложившаяся ситуация пандемии коронавируса радикально изменила стратегии организаций касательно запасов в современной логистике. Существует множество концепций по управлению запасами, и каждая организация путем экспертных расчетов определяет для себя наиболее успешную стратегию. Однако до пандемии большой популярностью пользовалась концепция «just-in-time», которая предполагает поступление запасов в необходимом количестве в нужное место и время. Это позволяет минимизировать количество запасов на складе.

Пандемия коронавируса вызвала значительные сложности, связанные со своевременностью выполнения заказа, а именно – невозможность доставить заказ по политическим и эпидемиологическим причинам.

В настоящее время большое количество организаций перешли на концепцию «just-in-case». Данная концепция подразумевает хранение излишних запасов, чтобы иметь возможность быстрого реагирования на поступивший заказ, то есть на потребительский спрос. Такая концепция позволяет допускать сбои между поставками, а также соблюдать высокий уровень обслуживания, поскольку возможен резкий рост спроса.

Организациям приходится тратить большое количество денежных средств на хранение запасаемой продукции, однако компании придерживаются прогноза, который сообщает о существующей актуальности товара и высоком спросе.

Пандемия нарушила цепочки поставок товаров, а концепция «just-in-case» помогает снизить возможный дефицит, то есть отсутствие товара на складе или невозможность его поставки.

МУЛЬТИМОДАЛЬНЫЕ КОНТЕЙНЕРНЫЕ ПЕРЕВОЗКИ В СОВРЕМЕННЫХ УСЛОВИЯХ

Венско А. В., студ., **Осипова Ю. А.**, маг. экон. наук, ст. преп.,
Белорусский национальный технический университет,
г. Минск, Республика Беларусь

Многие предприятия, занимающиеся внешнеэкономической деятельностью, сталкиваются с тем, что доставка груза с использованием одного вида транспорта очень затратна. Доставить контейнер с грузом от продавца покупателю одним видом транспорта зачастую невозможно из-за удаленности населенного пункта, отсутствия железных дорог или других логистических особенностей. Для рационализации таких доставок предприятия выбирают вариант организации мультимодальных контейнерных перевозок.

Мультимодальные перевозки – это процесс перевозки грузов с применением не менее двух видов различных видов транспорта в одном маршруте в рамках одного договора, заключенного между сторонами. При использовании нескольких вариантов транспорта нет необходимости перегрузки продукции – достаточно один раз загрузить товар в контейнер, что повышает сохранность груза.

Существует показатель отслеживания динамики длительности доставки груза в контейнерах (Ocean Timeliness). Среднее значение Ocean Timeliness при перевозках грузов в контейнерах из Азии в Европу в марте 2019 года было на уровне 55-60 дней, а 20 марта 2022 года – 116 дней. Увеличение вдвое срока доставки грузов в контейнерах обусловлено пандемией COVID-19, которая внесла изменения во все сферы деятельности.

Таким образом, преимущества использования контейнеров при перевозках грузов в данный момент становятся менее значимыми на фоне появившихся проблем, так как в портах наблюдается скопление большого количества контейнеровозов, которое приводит к увеличению срока доставки грузов конечным получателям и, следовательно, замораживает денежные средства.

ПРОБЛЕМЫ РАЗВИТИЯ ТРАНСПОРТНО-ЛОГИСТИЧЕСКОГО РЫНКА ЕАЭС

Костеневич Д. Р., студ.,
Лапковская П. И., канд. эконом. наук, доц.,
Белорусский национальный технический университет,
г. Минск, Республика Беларусь

Одной из актуальных, но ещё недостаточно исследованной, тем сегодня можно назвать сотрудничество в области транспорта и логистики в ЕАЭС. На сегодняшний день существует значительный логистический дисбаланс между двумя крупнейшими экономическими полюсами Китаем и Европой. Показатели торговли с использованием железнодорожного транспорта незначительны – от 2,5 % до 3,5 % товарооборота, в то время как эти же показатели, но с использованием морского транспорта достигают 95%. Однако, по мнению экспертов, «доля грузов, перевозимых железнодорожным транспортом между Китаем и Европой, будет только увеличиваться, в том числе в связи с изменением структуры экспорта Китая в сторону более высокотехнологичного сегмента».

Пандемия COVID-19 стала своеобразным катализатором роста железнодорожного транзита. Только за апрель 2020 года объем контейнерных железнодорожных перевозок по маршруту Китай – Европа – Китай удвоился по сравнению с аналогичным периодом 2019 года. Прямое транспортное сообщение между Китаем и Европой имеет потенциал и перспективу, однако, несмотря на все попытки европейцев сформулировать свое собственное видение сопряжения, взвешенной позиции и практической последовательности действий до сих пор нет.

Для привлечения дополнительных грузопотоков необходимо дальнейшее развитие и модернизация транспортно-логистической инфраструктуры, а также устранение различного рода барьеров и ограничений, которые существуют сегодня и потенциально могут повлиять на эффективность и объемы грузоперевозок в регионе.

РАЗВИТИЕ РЫНКА МЕЖДУНАРОДНЫХ АВИАПЕРЕВОЗОК НА ОСНОВЕ ЛОГИСТИЧЕСКОГО ПОДХОДА

Янушик А. С., студ., **Петрович А. А.**, студ.,
Лапковская П. И., канд. эконом. наук, доц.,
Белорусский национальный технический университет,
г. Минск, Республика Беларусь

Транспортный комплекс – одна из ключевых систем, которая связывает все элементы экономики Беларуси, обеспечивает значительные поступления в бюджет, способствует развитию внутренней и внешней торговли, повышает транзитный потенциал страны. В современных условиях развития мировой экономики постоянно усиливается значимость международных перевозок грузов для обеспечения бесперебойного функционирования международной торговли товарами, а также снабжения современных систем производства и распределения.

Воздушный транспорт – динамично развивающийся вид транспорта, чья значимость растет по мере увеличения в структуре мировой торговли доли готовых и дорогостоящих изделий. По данным Международной ассоциации воздушного транспорта, доля авиатранспорта в общем объеме перевозок составляет в мире 0,6–2 %, а доля перевезенных авиатранспортом грузов в стоимостном выражении достигает 35–40 %.

В нынешнем году Президентом РБ поддержана инициатива Председателя КНР о стыковке стратегий развития двух стран и реализации концепции Экономического пояса Шелкового пути – глобальной идеи, которая предполагает создание инфраструктурной сети от западных границ Китая через Среднюю Азию в Европу.

Тема исследования обусловлена необходимостью расширения деятельности белорусских авиапредприятий на мировом рынке грузовых перевозок, выявления их потенциала посредством всестороннего исследования современных тенденций его развития и определения основных факторов, определяющих конкурентоспособность авиакомпаний.

ЦИФРОВАЯ ЛОГИСТИКА

Лукашевич П. А., студ., **Ропот Н. В.**, студ., **Копко Ю. А.**, ст. преп.,
Белорусский национальный технический университет,
г. Минск, Республика Беларусь

Главным элементом успеха и конкурентоспособности компаний являются цифровые технологии. На рынке логистических услуг существует множество таких технологий, которые помогают добиться оптимизации издержек и повышения уровня сервиса компании. Цифровые технологии дают возможность сотрудничать с крупными клиентами, которые выдвигают свои особые требования.

Блокчейн – технология, представляющая собой распределенную базу данных с информацией обо всех проведенных участниками системы транзакциях. Данная система позволяет заключать «умные контракты» – договоры, за исполнением обязательств которых следит программа.

Также известной логистической цифровой технологией является Интернет вещей («Internet of Things»), который объединяет многие используемые в логистике инновации (RFID-метки, GPS и др.) в единую контролируемую сеть. Таким образом, эта технология дает возможность наблюдать за всеми процессами в режиме реального времени, что повышает качество обслуживания потребителей.

Искусственный интеллект – это свойство интеллектуальных систем выполнять «человеческие» задачи. В индустрии логистики он способствует улучшению взаимодействия с клиентом с помощью интерактивного общения и автоматизации процессов. Также в логистических компаниях ИИ может использоваться для оповещений, основанных на прогнозном анализе.

Несмотря на существующие факторы, которые сдерживают цифровизацию логистической отрасли, логистика уже в ближайшем будущем будет представлять собой большую интеллектуальную систему с новыми технологиями.

ТРАНСПОРТНЫЕ И СКЛАДСКИЕ КОНТЕЙНЕРЫ КОМЕВАС

Леонов А. А., студ., **Осипова Ю. А.**, маг. экон. наук, ст. преп.,
Белорусский национальный технический университет,
г. Минск, Республика Беларусь

Рвение улучшить промышленные издержки при условии наименьшего воздействия автомобильной деятельности на экологию природы означает, что исследование новых логистических и вещественных решений все еще не закончен.

Благодаря тем свойствам, которые материал показывает на практике и обдуманной конструкции контейнеры для хранения Комевас предоставляют достоинства фактически в каждом направлении логистической деятельности. Примерно 95 % размера материала состоит из воздуха, что делает его на 60 % легче, чем классическая пластмассовая тара. Это означает, что общий вес груза будет уменьшен, что значительно уменьшит затраты горючего и финансовые затраты на перевозку, облегчит ручную обработку. Также, в причину потрясающих сглаживающих свойств, вспененный полипропилен (ЕРР) не создает много лишних звуков во время ленточной транспортировки.

Транспортная упаковка повторного применения Комевас используется в разных вариантах, зависимо от личных условий. Это могут быть контейнеры разных типов. Зависимо от вида перевозимого груза можно наносить тисненные эмблемы, изменять цвета либо даже изменять место изнутри. Это позволяет комфортно разместить товар в цеху. К примеру, можно улаживать контейнеры одинакового цвета, который будет отличать данный вариант продукта от других.

Перечисленные достоинства контейнеров Комевас делают его легким и неопасным логистическим решением для разных автомобильных компонентов.

МОДЕЛЬ УПРАВЛЕНИЯ ЛОГИСТИЧЕСКИМ ПРОЦЕССОМ НА СКЛАДЕ

Казак Ю. В., студ., **Якубовская Т. Л.**, ст. преп.,
Белорусский национальный технический университет,
г. Минск, Республика Беларусь

Логистический процесс на складе – это управление логистическими операциями, связанными с грузопереработкой, и координация смежных служб, обеспечивающих эффективное функционирование склада. Невозможно эффективно управлять складом и принимать решения, не обладая информацией о структуре, параметрах субъекта и объекта управления.

Для выявления логистических проблем и прогнозирования при управлении складом можно использовать кибернетическую модель. Складская система взаимодействует с внешней средой и преобразует входящие в него материальные, информационные и финансовые потоки под воздействием внешних факторов в выходящие.

При внедрении специализированной системы управления и учета (WMS) снижается к минимуму человеческий фактор, а точность выполнения задач многократно увеличивается. Операторы получают задачи от системы, а все сведения вносятся в базу при помощи штрих-кодов. Система автоматизации – это ключ к успешному развитию предприятия.

В связи с быстрой адаптацией функционирования склада к изменениям спроса потребителей для построения системы управления складом выбирают SADT-модель. Методология SADT используется для моделирования систем и определения требований и функций, а затем для разработки системы, которая удовлетворяет этим требованиям и реализует эти функции, а также для указания механизмов, посредством которых они осуществляются. Таким образом, для эффективного управления складом необходимо использование моделей управления логистическим процессом.

АДДИТИВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ: ВЛИЯНИЕ 3D-ПЕЧАТИ НА УПРАВЛЕНИЕ ЦЕПЯМИ ПОСТАВОК

Вышинская А. А., студ., **Якубовская Т. Л.**, ст. преп.,
Белорусский национальный технический университет,
г. Минск, Республика Беларусь

Аддитивные технологии (*от англ. «additive fabrication»*) – обобщенное название технологий, предполагающих изготовление изделия по данным цифровой модели (CAD-модели) методом послойного добавления (*от англ. «add» – добавлять*) материала.

Широкое применение получили фаббер-технологии (*англ. «fabber technology» или «3D-печать»*) – группы технологических методов производства изделий и прототипов, основанных на поэтапном формировании изделия путем добавления материала на основу (платформу или заготовку). Сама концепция 3D-печати появилась еще в 80-х годах прошлого века, но только сейчас она стала доступной в относительно большом масштабе.

Распространение 3D-печати дает возможность компаниям повышать уровень персонализации товаров и производить изделия по доступным ценам: вместе с синтетической биологией и нанотехнологиями она изменяет привычные процессы в производстве, логистике, управлении запасами. 3D-печать активно используется при изготовлении и хранении запасных частей, что меняет их цепочку поставок. По данным Gartner, 38 % менеджеров цепей поставок использовали технологию 3D-печати, а 47 % менеджеров цепей поставок планируют использовать технологию 3D-печати в ближайшие два года.

В Беларуси с 3D-печатью активно работают такие производства, как «Пеленг», «Атлант», МТЗ, в стране функционирует около тридцати профессиональных устройств стоимостью от десяти до пятисот тысяч долларов.

РАЗВИТИЕ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫХ КОНТЕЙНЕРНЫХ ПЕРЕВОЗОК В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ

Николаенко Е. Д., студ., **Павлова В. В.**, канд. эконом. наук, доц.,
Белорусский национальный технический университет,
г. Минск, Республика Беларусь

Сегодня контейнерные перевозки грузов занимают лидирующую позицию при внутренних и международных перевозках, так как доставка грузов от начального до конечного пункта осуществляется в контейнере, который в пунктах перевалки передается с одного вида транспорта на другой, что позволяет экономить и время, и денежные средства заказчика.

В Республике Беларусь наиболее распространены контейнерные перевозки, осуществляемые железной дорогой. Государственное предприятие «Белинтертранс – транспортно-логистический центр» (БТЛЦ) является официальным экспедитором Белорусской железной дороги и организует контейнерные перевозки по четырем основным маршрутам: Китай – Европа – Китай; «ВИКИНГ»; «ZUBR»; «Монгольский вектор».

БТЛЦ имеет сеть контейнерных терминалов в Республике Беларусь, на которых осуществляется грузопереработка крупнотоннажных двадцати- и сорокафутовых контейнеров. Контейнерные терминалы оборудованы всем необходимым для перегрузки контейнеров с одного вида транспорта на другой, имеются подъездные пути.

На выставке TransRussia 2022 в г. Москва транспортная группа FESCO и БТЛЦ заключили соглашение о развитии рефрижераторных контейнерных перевозок из Республики Беларусь в страны Азии. Стороны планируют организовать транспортно-логистическое обеспечение будущих поставок продукции из Республики Беларуси на экспорт в страны Азии с использованием логистических сервисов, основанных на собственных транспортных активах «Дальрефтранса» и FESCO. Данное соглашение позволит вывести контейнерные перевозки в Республике Беларусь на принципиально новый уровень.

**РАЗВИТИЕ ПРИКЛАДНОГО ПРОГРАММНОГО
ОБЕСПЕЧЕНИЯ В ЛОГИСТИКЕ**

Казак Ю. В., студ., **Мухина К. Р.**, студ.,
Стефанович Н. В., ст. преп.,
Белорусский национальный технический университет,
г. Минск, Республика Беларусь

Современные условия отличаются неустойчивостью и склонностью к резким изменениям, в связи с чем в транспортно-логистической отрасли возникает необходимость адаптации с целью минимизации потерь. Степень адаптивности зависит в частности и от гибкости информационного обеспечения с возможностью перенастройки условий и ограничений.

Существует множество сервисов для построения маршрутов, которые учитывают различные факторы: пробки на дорогах, стоимость транспорта, требования к перевозке и другое. В современном мире при международных перевозках следует принимать во внимание ограничения, вводимые транзитными государствами. В условиях нестабильности необходим непрерывный контроль обстановки и, в случае необходимости, перенастройка заданных условий. В сервисах и программах Мегалогист, Яндекс.Маршрутизация, Муравьиная логистика, RELOG и других, информацию о которых можно найти в свободном доступе, есть возможность планирования маршрутов в ручном и автоматическом режиме, но данные программные продукты не учитывают ограничения территории для перевозок.

Для успешного функционирования транспортно-логистических систем в Республике Беларусь и их адаптивности к мировым тенденциям требуется внедрение программных продуктов, обладающих расширенной функцией регулирования условий маршрута.

Таким образом, использование программного обеспечения, которое может позволить в любой момент изменить параметры перевозки является целесообразным.

УДК 004:656:005.932(476)

РАЗВИТИЕ СИСТЕМЫ ЭЛЕКТРОННОГО ДОКУМЕНТООБОРОТА ПРИ ГРУЗОВЫХ ПЕРЕВОЗКАХ

Ляховец Е. Э., студ., **Феоктистова М. В.**, студ.,
Лапковская П. И., канд. эконом. наук, доц.,
Белорусский национальный технический университет,
г. Минск, Республика Беларусь

Электронный документооборот – способ организации документооборота, при котором документы представлены в электронном виде и хранятся централизованно.

С 1 июля 2021 г. работает механизм прослеживаемости товаров, ввезенных на таможенную территорию ЕАЭС. Информация об электронных документах предоставляется налоговым и таможенным органам посредством удаленного доступа к информационной системе электронного документооборота. БелЖД перешла на безбумажную технологию организации грузовых перевозок с применением электронной цифровой подписи. Для государственных органов плюсы цифровых документов очевидны: абсолютная прозрачность транзакций между участниками транспортно-логистической деятельности, возможность охватить налогами наиболее полно всех агентов. Запустив процесс цифровизации в транспортно-логистической сфере, Республика Беларусь приводит ее работу к высокому современному технологическому уровню. Введение электронного документооборота облегчает работу грузоперевозчиков и логистов, так и компаний-отправителей и получателей грузов. Более эффективной становится работа государственных контролирующих органов.

Основными направлениями совершенствования электронного документооборота в Беларуси являются: сокращение объема документооборота, совершенствование технологии документооборота. В качестве основных методов улучшения технологии электронного документооборота выделяют: разработку моделей документооборота в организациях; разработку рациональных схем документооборота.

**ПРИМЕНЕНИЕ ПРИНЦИПОВ ЛОГИСТИКИ
В ОАО «МИНОБЛАВТОТРАНС»**

Яськевич Д. А., студ., **Якубовская Т. Л.**, ст. преп.,
Белорусский национальный технический университет,
г. Минск, Республика Беларусь

Соблюдение принципов логистики необходимо для недопущения сильного негативного влияния факторов внешней среды и повышения эффективности работы компаний.

Показатели хозяйственной деятельности ОАО «Миноблавтотранс» за последние 11 лет работы свидетельствуют о его стабильном росте и развитии, и применение принципов логистики – один из факторов успеха данного предприятия. За долгое время функционирования ОАО «Миноблавтотранс» стало системой со своей структурой, в которой функционирование отдельных составляющих под контролем вышестоящих элементов приводит к продуктивной работе организации. В этом отражены два принципа логистики – системности и иерархии.

Принцип интеграции, который означает объединение в целое отдельных частей, достигается путём формирования сети маршрутов транспорта, что придаёт системе свойства, не присущие отдельным филиалам. Принцип формализации выполняется формированием ежегодной бухгалтерской отчётности. Принцип рациональности достигается путём образования по всей территории Минской области филиалов – они расположены в 16 городах. Таким образом происходит рациональное распределение ресурсов для предоставления услуг по перевозке пассажиров. Возможность предоставлять услуги по всей Минской области приводит к выполнению принципа эмерджентности, суть которого заключается в выполнении системой на макроуровне своей первостепенной задачи.

Божко Я. И., студ., **Осипова Ю. А.**, маг. экон. наук, ст. преп.,
Белорусский национальный технический университет,
г. Минск, Республика Беларусь

Использование для изготовления упаковки биоразлагаемых естественных полимеров любопытно тем, что ресурсы первичного сырья каждый день возобновляются и фактически не ограничены. Часто при производстве биоразлагаемых упаковочных материалов используется крахмал. Основным дефектом в данном случае считается повышенная гигроскопичность. Химическая обработка разрешает сделать дополнительные связи меж разными частями полимера крахмала для того, дабы прирастить его стабильность к воздействию кислот и тепла. В итоге данной обработки мы получаем модифицированный крахмал, который биоразлагаем, но обладает качествами коммерчески нужного термопласта.

Модифицированный крахмал возможно применять как биоразлагаемый пластик. Пластические массы на базе крахмала обладают высочайшей экологичностью и могут распадаться в компосте при 30°C в течение нескольких месяцев.

С целью понижения себестоимости биоразлагаемых материалов домашнего пользования используется необработанный крахмал с поливиниловым спиртом и тальком.

Модифицированный крахмал можно изготавливать на том же оборудовании, что и обычную пластмассу, его возможно красить и наносить печать с внедрением всех обыденных технологий. Физические качества модифицированного крахмала проигрывают свойствам смол, полученных химическим путем – полиэтилену высокого и низкого давления и полипропилену. Несмотря на это крахмал уже нашел свое место на некоторых рынках. Из него методом горячего формования производят поддоны для товаров народного потребления; литьевым методом – сельскохозяйственные пленки, пластиковые упаковочные материалы.

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ЗОН СКЛАДА

Ермакович Е. А., студ., **Якубовская Т. Л.**, ст. преп.,
Белорусский национальный технический университет,
г. Минск, Республика Беларусь

Целью проектирования склада является создание максимально эффективного складского хозяйства, быстро адаптирующегося к условиям оптимизации логистической системы, в которой оно функционирует.

В качестве элементов (участков, зон) площади склада в общем случае рассматриваются:

- погрузочно-разгрузочные рампы с примыкающими к ним подъездными путями;
- приемочная экспедиция;
- участок приемки;
- зона хранения;
- отправочная экспедиция;
- участок комплектования;
- подсобная площадь;
- территория со служебными помещениями.

Разумная, продуманная планировка позволяет с наименьшими затратами использовать человеческие и технологические ресурсы. Правильный расчет технологических зон при нехватке складских площадей может увеличить прибыль предприятия на 60–70 %.

Организация складских технологических зон позволяет минимизировать арендную плату в расчете на единицу товарооборота.

Эффективность складских операций также зависит от инвестиций в программное обеспечение, технологический транспорт и стеллажное оборудование.

Только комплексный анализ материальных ресурсов и технологических норм поможет сделать работу склада максимально плодотворной.

СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ИДЕНТИФИКАЦИИ В СКЛАДСКОЙ ЛОГИСТИКЕ

Подобед О. С., студ., **Якубовская Т. Л.**, ст. преп.,
Белорусский национальный технический университет,
г. Минск, Республика Беларусь

Наибольшее распространение и применение в складской логистике для выявления уникальных характеристик грузов в настоящее время получило штриховое кодирование (ШК). Штрих-код – информация, изображенная в графической форме и позволяющая считывать характеристики товара с помощью технических средств. Помимо международных нумераций UPC и EAN существуют и другие наиболее активно применяющиеся виды ШК: код 39 (Code 39), код «2 из 5» (Interleaved 2-of-5), код Codabar, Aztec Code, Data Matrix, QR-код.

Технология ШК – это совокупность средств и методов автоматизированного сбора, учета, хранения, обработки, передачи и использования информации, закодированной с помощью штриховых кодов. Сейчас в процессе складирования для выполнения логистических и таможенных процедур необходимо наличие уникального обозначения груза, отвечающее требованиям международных стандартов. Международной ассоциацией товарной нумерации EAN вместе с Советом по унифицированным кодам UCC разработан стандарт транспортных упаковок на всех этапах транспортирования – стандартная этикетка EAN/UCC (the EAN/UCC Logistics Label).

Таким образом, применение ШК и стандартных этикеток для автоматической идентификации грузов помогает устранить недостатки и ошибки, допускаемые операторами, повысить эффективность работы транспортной системы, обеспечить надёжную систему учёта и контроля за движением материальных потоков, повысить уровень автоматизации сбора, регистрации и обработки данных на местах возникновения информации без дополнительных трудовых и материальных затрат.

СОВРЕМЕННОЕ РАЗВИТИЕ ТРАНСПОРТНО- ЛОГИСТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

Деревинский А. А., студ.,
Лапковская П. И., канд. эконом. наук, доц.,
Белорусский национальный технический университет,
г. Минск, Республика Беларусь

На современном этапе становления белорусской экономики одной из более острых и весомых является тема развития государственной транспортно-логистической системы в Республике Беларусь. Беларусь, являясь внутриконтинентальным государством, не имеет выхода к морям и не имеет значительной базы сырьевых ресурсов. Однако, привлекательное географическое положение обуславливает особенную функцию транзита и исследование растущих рынков транспортно-логистических услуг.

Транспорт Беларуси выступает определяющим фактором в развитии ее многоотраслевой экономики и реализации общественной политики страны.

Период	2018	2019	2020	2021
Перевозки грузов, миллионов тонн				
Все виды транспорта	455,5	427,8	398,7	384,9

Доля международных перевозок в общем объеме грузооборота составляет около 76 %. В 2021 году объем экспорта транспортных услуг самый высокий в истории суверенной республики - \$4,3 млрд. По состоянию на 2020 год значительная доля компаний, осуществляющих транспортно-экспедиционную и логистическую деятельность, приходилась на город Минск – 47,9 % (в 2019-м – 51,5 %). Количество транспортно-экспедиционных и логистических услуг в денежном выражении за 2020 год составило 6,14 миллиарда белорусских рублей, что на 20 % больше, чем в 2019 году (5,11 млрд руб.).

ЗАДАЧИ ЛОГИСТИЧЕСКОГО МЕНЕДЖМЕНТА В УПРАВЛЕНИИ ЗАПАСАМИ

Крупкевич Н. Н., студ., **Якубовская Т. Л.**, ст. преп.,
Белорусский национальный технический университет,
г. Минск, Республика Беларусь

Логистический менеджмент представляет собой совокупность методов и форм управления логистическими процессами для достижения стратегических, тактических и оперативных целей организации бизнеса. Он предполагает:

- поддержание корпоративной стратегии фирмы путем оптимизации ресурсов при управлении основными и сопутствующими потоками;
- обеспечение взаимодействия между подразделениями закупок, производства, маркетинга, финансов и продаж для достижения устойчивой рыночной позиции фирмы как системы;
- оптимизацию межорганизационных взаимосвязей с контрагентами (поставщиками, потребителями и логистическими посредниками).

Наличие запасов сопряжено с затратами. Ежегодные расходы на содержание запасов составляют 25–50 % общих расходов предприятия. Имеется большое число признаков, на основе которых может выполняться классификация запасов. Такое разнообразие вызывает необходимость в их управлении.

Политика управления запасами состоит из решений: что заказывать, когда и в каких объемах, где размещать запасы. Она реализуется в логистическом цикле управления запасами, который включает следующие процедуры:

- 1) нормирование и структуризация запасов материальных ресурсов и готовой продукции;
- 2) решение задач системы диспозиции (размещения) заказов;
- 3) выбор оптимальной системы управления запасами.

КОНТРЕЙЛЕРНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В СОВРЕМЕННОМ МИРЕ

Ходосовская Ю. П., студ., **Пильгун Т. В.**, канд. техн. наук, доц.,
Белорусский национальный технический университет,
г. Минск, Республика Беларусь

В целях экологической безопасности и экономической эффективности комбинирование автомобильного и железнодорожного транспорта для перевозки грузов является рациональным решением.

Контрейлерная перевозка – комбинированная автомобильно-железнодорожная перевозка грузов, в процессе которой укрупненной грузовой единицей является погруженный на железнодорожную платформу автомобиль с грузом, или автоприцеп, или автомобильный кузов.

Зародившаяся в США контрейлерная технология широко применяется и в настоящее время. Более того, американскими компаниями была разработана альтернатива данному виду перевозок – роудрейлерная технология.

На развитие контрейлерных перевозок в Западной Европе в значительной степени повлияли географические особенности местности, а также различные законодательные ограничения в области экологии и др. В связи с высокой стоимостью и необходимостью государства поддерживать данные технологии, европейские страны снижают объем контрейлерных перевозок, однако отказаться от них полностью пока не готовы.

В Беларуси экономический эффект от данного вида перевозки грузов возможно получить лишь в случае участия в качестве страны-транзита. Также развитие контрейлерных перевозок в значительной степени сдерживается отсутствием правового законодательства в данной сфере.

Таким образом, использование контрейлерных перевозок позволяет решить множество проблем, однако следует тщательно оценивать их эффективность.

**РАЗВИТИЕ ТРАНСПОРТНО-ЭКСПЕДИЦИОННОЙ
ДЕЯТЕЛЬНОСТИ НА АВТОТРАНСПОРТНОМ
ПРЕДПРИЯТИИ**

Грицкова Ю. С., студ., **Антюшеня Д. М.**, канд. эконом. наук, доц.,
Белорусский национальный технический университет,
г. Минск, Республика Беларусь

Понятие транспортно-экспедиционная деятельность (ТЭД) подразумевает деятельность в области перевозок, которая охватывает весь комплекс операций и услуг по доставке товара от производителя продукции к потребителю. Одной из ключевых задач транспортно-экспедиционной деятельности в современных условиях является поиск наиболее предпочтительного и выгодного для заказчика варианта доставки груза на одном либо нескольких видах транспорта. Зачастую высокая готовность к поставке обуславливается макроэкономической необходимостью. Все субъекты ТЭД, источники активности, направленные на объект, можно условно разделить на три основные группы: государственные органы; потребители услуг; организации, оказывающие услуги в процессе доставки груза.

Экспедиторская деятельность представляет собой незаменимую часть транспортного процесса и включает в себя комплекс сложных и трудоемких работ, тесно связанных с перевозкой грузов, но выходящих за границы круга ответственности перевозчика. Если деятельность перевозчика сконцентрирована на выполнении транспортного процесса, то деятельность экспедитора сориентирована на товар.

В современном мире зачастую для грузоотправителей и грузополучателей оптимальным решением является привлечение транспортно-экспедиционных услуг в области интернациональных и межрегиональных автотранспортных перевозок. Преимуществом обладают компании, имеющие в своем распоряжении перевалочные базы на территории разных государств, что позволяет повысить эффективность грузопотоков и оптимизировать транспортировку грузов.

ИННОВАЦИОННАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ НА ТРАНСПОРТЕ

Бондаренко А. Д., студ., **Басирова А. Ю.**, студ.,
Зиневич А. С., маг. экон. наук, ст. преп.,
Белорусский национальный технический университет,
г. Минск, Республика Беларусь

Ключевыми целями инновационной деятельности на транспорте являются повышение эффективности организации процесса транспортировки, а также сохранение надежности транспортного обслуживания при поддержании экологической безопасности.

Инновационной деятельности на транспорте присущи следующие направления: использование новейших технологий при перевозках с использованием автоматизированных и электронных систем; использование полной автоматизации процессов для сокращения затрат ручного труда; повышение эффективности и сокращение затрат на перевозку; разработка экологичного транспорта, который способен производить сверхскоростную транспортировку.

Сложности в развитии традиционного автомобильного транспорта напрямую касаются городского населения. С увеличением количества городских населенных пунктов растет и количество автотранспортных средств. Транспорт является одной из главных причин загрязнения окружающей среды, его выбросы наносят колоссальный урон окружающей среде. Также недостатком является образование заторов и наличие шума, что способствует переселению людей на окраины городов.

Основные функции транспортных инноваций: создание экологичного транспорта и введение его в эксплуатацию; расширение сети и уменьшение затрат на их производство; сокращение количества автомобилей на дорогах за счёт аренды транспортных средств; совершенствование и использование информационных систем на транспорте; введение в эксплуатацию платных дорог для уменьшения дорожных заторов; разработка высокоинтеллектуальных технологий для управления пассажирскими перевозками.

АВТОМОБИЛИ БУДУЩЕГО

Канашонок А. Д., студ.,
Лапковская П. И., канд. эконом. наук, доц.,
Белорусский национальный технический университет,
г. Минск, Республика Беларусь

Развитие автомобильного рынка электромобилей связано с ростом спроса: все больше людей заботятся об окружающей среде и думают о последствиях вредного воздействия людей на природу.

Это приводит к тому, что крупные автомобильные компании (включая BMW, Nissan, Mitsubishi и другие) производят электромобили, а конкуренция растет, что делает электромобили дешевле.

Второй важный фактор прогресса вызван активным развитием инфраструктуры, которая делает ежедневное использование электромобилей удобным.

Многие страны заинтересованы в развитии электромобилей и будущем переходе на эти транспортные средства. К этим странам также относятся Германия и Республика Беларусь.

В то же время материнская компания Volkswagen, представленная на конференции членом правления, в будущем будет производить электромобили только на некоторых предприятиях, потому что она поставила перед собой цель продать 22 миллиона автомобилей по всему миру в 2028 году, которые будут ездить исключительно с электроприводом.

Беларусь не может оставаться в тени, если весь мир активно предпочитает экологически чистый транспорт, запланировано собственное производство электромобилей в Беларуси. И сразу несколько моделей от разных автомобильных компаний.

Электромобиль – это что-то старое, хорошо забытое, которое теперь возрождается благодаря новым тенденциям и проблемам, с которыми сталкиваются правительства и государства.

В Беларуси 2021 год отмечен значительным ростом продаж электромобилей. Уже в середине прошлого года, по словам министра энергетики, Виктора Каранкевича, общее число электрокаров в Беларуси увеличилось до 4 тысяч.

Тем не менее, мир меняется, и сегодня есть все предпосылки для дальнейшего возрождения электромобилей, но на совершенно новом уровне.

УДК 658.51

РАЗВИТИЕ РЕВЕРСИВНОЙ ЛОГИСТИКИ В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ

Крупкевич Н. Н., студ., **Ермакович Е. А.**, студ.,
Стефанович Н. В., ст. преп.,
Белорусский национальный технический университет,
г. Минск, Республика Беларусь

Применение логистического подхода к управлению обратными потоками в цепи поставок позволило выделить отдельную область – реверсивную логистику.

Основные преимущества использования реверсивной логистики на белорусских предприятиях: обслуживание возвратов повышает степень удовлетворения потребностей покупателей; «зеленый» имидж компании; уменьшение выбросов вредных веществ в окружающую среду.

Ключевые проблемы этого процесса: недостаток информации о количестве и качестве параметров реверсивных потоков; возникновение препятствий в цепи поставок; негативное отношение маркетологов к продажам восстановленных товаров.

В Республике Беларусь существует определенное количество организаций, которые специализируются на оказании реверсивных логистических услуг (Pradius Nova, ОРВЕСТ ООО, Звездапад УП). В 2020 году в городах были установлены «умные» контейнеры для мусора со встроенными IoT-датчиками, которые контролируют наполнение баков, что позволяет управляющей организации оптимизировать логистику вывоза отходов.

Мировой опыт свидетельствует о наличии рационально разработанных процессов управления возвратными потоками. Предполагается, что реверсивная логистика будет активно развиваться в нашей стране.

УДК 656.96

ГЕОТЕХНИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ НА ТРАНСПОРТЕ

Филиппович А. Е., студ.,

Осипова Ю. А., маг. экон. наук, ст. преп.,

Белорусский национальный технический университет,

г. Минск, Республика Беларусь

В лингвистическом и технологическом аспектах геотехнический мониторинг связан с понятием «геотехническая система» (ГТС). С точки зрения цифровизации многие понятия геотехнической системы не соответствуют современным требованиям информационных методов обработки и форматирования информации. Поэтому необходимо ввести новое понятие геотехнической системы, не противоречащее уже введенным, а дополняющее их.

Определим геотехническую систему не только как сложную открытую техническую, но также и природную, объединяющую компоненты обоих элементов в единое целое, способную к развитию и упадку, для совершенствования которой имеют значение природные и человеческие факторы. Следовательно, будем рассматривать геотехнический мониторинг как метод системного исследования приоритетно сложной системы, но также некой совокупности. Геотехнический мониторинг в определенном понимании – это мониторинг геотехнических систем, который является разновидностью геомониторинга. Железнодорожные пути, к примеру, являются геотехнической системой, следовательно, к ней применим геотехнический мониторинг. В более общем понятии слова геотехнический мониторинг – это мониторинг в пространстве, объединяющий технологии и методы других видов мониторинга.

Геотехнический мониторинг как технология включает четыре части: измерение (наблюдение и фиксация), обработка измерений (первичная и вторичная), анализ (качественный и количественный), прогноз. Результаты геотехнического мониторинга, в большинстве своем, используются для принятия управленческих решений.

УДК 004:656:005.932(476)

ТРЕНД НА ЭКОЛОГИЧНОСТЬ

Канашонок А. Д., студ.,
Мойсак О. И., канд. эконом. наук, доц.,
Белорусский национальный технический университет,
г. Минск, Республика Беларусь

В настоящее время одним из приоритетных направлений любой деятельности является ее экологизация. В логистике это выражается появлением нового направления, называемого зеленой логистикой.

«Зеленую» логистику можно определить, как деятельность, направленную на выявление и измерение негативного воздействия на окружающую среду в процессе доведения товара до конечного потребителя, а также исследования для поиска способов уменьшения данного воздействия. Преобладающая доля ущерба природной среде наносится при транспортировке, неотъемлемой частью которой является выброс в атмосферу вредных веществ.

С 1994 года в Беларуси действует Белорусская партия «Зелёные». Основными её целями являются принятие комплекса экологических законов, регулирующих все стороны взаимоотношений человека, общества, природы; введение системы штрафов за загрязнение окружающей среды и вред здоровью; внедрение во всех отраслях промышленности, сельского хозяйства, транспорта, энергетики экологически чистых, энергосберегающих и безопасных технологий.

В основном принципы зеленой логистики в Беларуси реализуются находящимися на территории страны иностранными компаниями (например, международный транспортно-логистический холдинг

AsstrA-Associated Traffic AG). Если говорить о белорусских компаниях, то внедрением зеленых технологий занимается ОАО «МАЗ». В 2020 году заводом был представлен электрический грузовой автомобиль МАЗ-4381Е0. В будущем такие автомобили планируется применять для городских грузовых перевозок.

Государству необходимо разрабатывать ряд мероприятий по привлечению компаний к социально ответственной деятельности с помощью различных льгот, ведь осознание получения преимуществ определенно послужит мотивацией к переходу на «зеленые» цепочки поставок, что непременно увеличит предложение необходимого оборудования и кадров в сфере «зеленой» логистики.

УДК 656.96

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЕЙ В ЛОГИСТИКЕ

Карпузович Н. Г., студ.,

Лапковская П. И., канд. эконом. наук, доц.,

Белорусский национальный технический университет,
г. Минск, Республика Беларусь

Грузовые электромобили – это уже не новшество в наше время. Начало их использования в коммерческих целях положено некоторыми компаниями 20 лет назад в таких странах мира, как Великобритания, Италия (T. I. L.) , Голландия, и др., в первую очередь для сокращения расходов на топливо и уменьшения вредных выбросов в атмосферу.

Помимо экономии на топливе, электромобили имеют ряд преимуществ перед автомобилями с традиционными типами двигателей. Хотя они и достаточно экологичны, фабрики по производству электроэнергии выбрасывают в атмосферу большое количество вредных веществ, однако в условиях сильной загрязненности центров городов, такой подход весьма оправдан. Электродвигателям необходима меньшая частота технического обслуживания, так как количество движущихся компонентов, нежели в ДВС, намного меньше. Также,

применение электромобилей значительно увеличивает так называемый «экологический имидж» компании. При этом наличие экологических ограничений в различных странах на разные типы инфраструктур не будут помехой для авто с электродвигателями, следовательно, это ведёт за собой большую гибкость и эффективность перевозок.

Несмотря на то, что сейчас применение электроавтомобилей в логистике имеет ряд недостатков (малый запас хода, следствием чего является низкий суточный пробег, слабо развитая инфраструктура), данная альтернатива имеет большие перспективы в будущем, поскольку экологические стандарты будут становиться жёстче, а инфраструктура будет развиваться. На данный момент, экономические издержки таких авто слишком велики.

УДК 658

ПРЕИМУЩЕСТВО ОРГАНИЗАЦИИ ПЕРЕВОЗОК ПО СИСТЕМЕ «СТУПИЦА-СПИЦА»

**Коваль А. И., Лебедевская А. С., студ.,
Мойсак О. И., канд. эконом. наук, доц.,
Белорусский национальный технический университет,
г. Минск, Республика Беларусь**

При выполнении перевозок для минимизации логистических издержек возникает необходимость в материальном и информационных потоках на различных этапах перемещения в пунктах перевалки груза.

В терминальной системе большого масштаба возможно достижение дополнительного эффекта за счет использования технологии «ступица-спица» («hub and spoke»).

Данная система напоминает колесо, центр которого, ступица, – это узловой пункт, а спицы – многочисленные, радиальные автомобильные маршруты, связывающие терминал с клиентами.

При большом числе терминалов объемы перевозок между отдельными терминалами могут быть недостаточными, тогда перевозка выполняется через хаб – узловой терминал системы.

Схема «ступица-спица» применяется при организации перевозок в системе морских контейнерных терминалов, грузовых авиатерминалов, а также при доставке интермодальных транспортных единиц железнодорожным транспортом.

Внедрение в практику работы транспортных организаций Республики Беларусь системы «ступица-спица» позволит получить ряд преимуществ:

- более эффективное использование транспортных средств за счет немногочисленности маршрутов;

- число перевозок между терминалами становится больше, в следствие чего, снижаются удельные издержки

В конечном счете, применение системы «ступица-спица» влечет за собой модернизацию не только самих терминалов, но и увеличивает логистические мероприятия по эффективности экспорта и импорта.

УДК 656.96

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ЛОГИСТИЧЕСКИХ ТРЕНДОВ

Филиппович А. Е., студ.,

Осипова Ю. А., маг. экон. наук, ст. преп.,

Белорусский национальный технический университет,

г. Минск, Республика Беларусь

Европейский союз придерживается транспортной политики, поскольку считает транспортный сектор жизненно важной сферой для реализации 3 из 4 свобод общего рынка, установленных Римским договором в 1957 г. и направлен на свободное передвижение людей, услуг и товаров.

Во второй половине прошлого века транспортный сектор Европейского Союза быстро развивался и способствовал процветанию и

созданию рабочих мест в Европе. Сегодня в Европейском транспортном секторе (ЕС) занято около 10 миллионов человек, т.е. около 4,5 % всей рабочей силы Европейского Союза, и примерно столько же, 4,5 %, он участвует в формировании европейского ВВП. Постепенное появление современных транспортных сетей и средств стало жизненно важным фактором для экономики Европейского Союза с точки зрения экспорта, поскольку 90 % внешней торговли Европейского Союза приходится на морские перевозки.

Важно, чтобы существование транспортных систем обеспечивало конкурентоспособность Республики Беларусь на международном уровне с последующим положительным влиянием на экономический рост, созданием рабочих мест и повышением уровня жизни. Географическое положение Беларуси обеспечивает значительное конкурентное преимущество перед остальной частью европейского континента, являясь оптимальной точкой входа на территорию ЕС для Российской Федерации, а также стран средней Азии. Дорогостоящие инвестиции последних лет в транспортную инфраструктуру страны подтверждают важность Республики Беларусь как транзитного центра и важных ворот в Европейский Союз. Сектор наземной логистики Республики Беларусь по состоянию на 2020 год оказался особенно устойчивым во время кризиса по сравнению с остальным корпоративным сектором составляя 5,1% в доле ВВП страны.

УДК 656.073.7

ЛОГИСТИЧЕСКИЕ ТРЕНДЫ ВО ВРЕМЯ ПАНДЕМИИ

Бондич С. Г., студ., **Осипова Ю. А.**, маг. экон. наук, ст. преп.,
Белорусский национальный технический университет,
г. Минск, Республика Беларусь

Пандемия COVID-19 сильно повлияла на мировую экономику и на логистику, в частности. Провайдерам логистических услуг пришлось оперативно адаптироваться к новым условиям. Это привело к образованию определённых трендов в логистической деятельности:

– демпинг на логистическом рынке. Усиление борьбы за клиента влечет возникновение ценового демпинга на рынке грузоперевозок, так как количество грузов уменьшается, а транспорт простаивает. Многие компании не выдержат длительного демпингования и уходят с рынка;

– уход с рынка слабых игроков. В разгар пандемии рынок логистических услуг были вынуждены покинуть мелкие и некоторые средние компании. Произошла череда банкротств, слияний и поглощений;

– развитие аутсорсинга. Большие обороты набирает тренд передачи непрофильных процессов и услуг на аутсорсинг. Сейчас он дает не только возможность сохранения бюджета, но и существенную экономию времени;

– внедрение новейших IT-технологий. Об оптимизации и цифровизации говорили давно, но мало кто решался на коренные изменения подхода. В период же пандемии в логистике началась IT-революция. IT-платформы используются с целью обмена тарифами и ставками и других процессов;

– увеличение спроса на услугу «сборные грузы». Наблюдается тенденция к уменьшению партий доставляемых грузов и увеличение количества отправляемых сборных грузов.

В данной работе рассмотрены основные тренды развития логистики в период пандемии. Можно заметить, что предприятия стремятся к оптимизации своей деятельности с помощью цифровизации и аутсорсинга. Неконкурентные предприятия, которые не смогли быстро адаптироваться, покинули рынок.

ЭЛЕКТРОМОБИЛИ В ЛОГИСТИКЕ

Потоцкая А. О., студ., **Копко Ю. А.**, ст. преп.,
Белорусский национальный технический университет,
г. Минск, Республика Беларусь

С давних времен в обществе развивалась экономика. С появлением промышленности и транспорта проявилась и негативная сторона экономики. В погоне за успехом многие забывают об окружающей среде. Большинство специалистов считают загрязнение окружающей среды, истощение природных ресурсов и ухудшение общей экологической обстановки результатом безответственной хозяйственной деятельности человека, но и логистика как сфера практической деятельности вносит свой негативный вклад в этот процесс. Поэтому, чтобы соответствовать требованиям времени и технологического развития, логистика должна отвечать такому параметру, как экологичность. Сегодня, чтобы минимизировать отрицательное влияние на экологию, можно заменить автомобили с ДВС электромобилями. На ряду с этим встает главный вопрос: выгодно ли это.

Рассмотрим два седельных тягача марки Mercedes-Benz: Mercedes-Benz Actros с ДВС и Mercedes-Benz eActros с электродвигателем.

Mercedes-Benz Actros оснащён баками на 1300 л дизельного топлива. Такого объёма хватит примерно на 4330 км (средний расход топлива – 30 л/100км). Это количество топлива обойдётся в 2990 Вт. Данного запаса хода хватит приблизительно на 7 дней. Среднее время, проведённое на АЗС – 30 минут.

Mercedes-Benz eActros оснащается литий-ионными батареями ёмкостью 240 кВт·ч с запасом хода до 200 км. Заправка электромобиля обойдётся в 108 Вт. Быстрая заправка займёт 3 часа. Стоимость заправки на 4330 км составит 2338,2 Вт.

За смену тягач потратит на заправку приблизительно 6 ч, что значительно сокращает количество времени в пути.

Таким образом, использование электромобилей на дальние расстояния невозможно на данном этапе.

ВЛИЯНИЕ ПАНДЕМИИ НА МЕЖДУНАРОДНЫЕ ГРУЗОВЫЕ ПЕРЕВОЗКИ

Громак Е. В., студ., **Туманович А. В.**, студ.,
Осипова Ю. А., маг. экон. наук, ст. преп.,
Белорусский национальный технический университет,
г. Минск, Республика Беларусь

К началу 2020 года ключевым фактором, повлиявшим на мировую экономику, стала пандемия (COVID-19). Странами, менее затронутыми кризисом, являются Дания (23 %), Норвегия и Швеция (30 %), однако кризис затронул Грецию и Румынию (67 %), а также Польшу (62 %) и другие страны Европейского союза. Последствия пандемии COVID-19 повлияли как с точки зрения человеческой жизни, так и для предприятий, которые приобрели риск банкротства.

Замедление производства наблюдалось в основных отраслях промышленности по всему миру.

Статистические исследования показали, что только с 24 января по 26 февраля 2020 года объем автомобильных грузоперевозок снизился ниже 15 %.

Почти 80 % работников в отрасли авиаперевозок были уволены, отели работали на 20 % от нормы мощностей.

Быстрое восстановление было обусловлено способностью быстро сдерживать вирус и политикой правительства Китая в отношении автомобильных грузовых перевозок (отменой национальных дорожных сборов; вводом карантинных требований для автомобилей).

Кроме того, в американских портах катастрофически не хватало рабочей силы, из-за пограничных ограничений также частично приостановлена работа таможни.

В сфере транспортно-логистической деятельности одной из таких инноваций должна стать цифровизация транспортных и экспедиционных услуг, которая особенно актуальна и необходима.

**СЕКЦИЯ «ИНЖЕНЕРНАЯ ГРАФИКА
МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОГО ПРОФИЛЯ»**

ИСТОРИЯ НАЧЕРТАТЕЛЬНОЙ ГЕОМЕТРИИ ОТ ВИТРУВИЯ ДО МОНЖА

Бутаревич Д. С., студ., **Зеленый П. В.**, канд. техн. наук, доц.,
Белорусский национальный технический университет,
г. Минск, Республика Беларусь

Начертательная геометрия – основных дисциплин в подготовке специалиста инженерного профиля. По образному выражению она – пропуск в инженеры. Методы начертательной геометрии позволяют достоверно отображать как реальные предметы, так и их образы.

Один из наиболее древних, дошедших до нас письменных источников – трактат римского архитектора Витрувия (I в. до н. э.). «Десять книг об архитектуре». В нем излагались правила составления планов и фасадов (без проекционной связи между ними). Ученику Фалеса Пифагору Самосскому принадлежат первые открытия в геометрии: теория несоизмеримости некоторых отрезков, например, диагонали квадрата с его стороной, теория правильных тел, теорема о квадрате гипотенузы прямоугольного треугольника. Преемник Пифагора Платон (427–347 гг. до н. э.) ввел в геометрию аналитический метод. Существовавшая до сих пор элементарная геометрия была расширена, и ее назвали трансцендентной.

В эпоху Возрождения (XIV–XVI вв.) бурное развитие архитектуры, живописи и скульптуры в Италии, Германии, Нидерландах создало условия для теоретической разработки основ перспективы на геометрической основе.

К концу XVIII в. проекционные методы уже имели свою многовековую историю. Однако единого метода изображения объемного тела на плоском чертеже разработано еще не было. Эта задача была успешно решена французским ученым Гаспаром Монжем (1746–1818). В своих трудах Монж свел в стройную научную систему весь накопленный развитием науки и технике в ряде стран материал по ортогональному проецированию.

ЛИТЕРАТУРА

1. История развития начертательной геометрии / сост. Е. К. Торхова, Н. Ю. Кунгурцева: под ред. Е. К. Торховой. – Ижевск 2012. – 14с.:ил. – (Электронное учебное пособие).

УДК 004.92

ИНЖЕНЕРНАЯ ГРАФИКА И ДИЗАЙН КАК ВИДЫ ВИЗУАЛЬНОЙ КОММУНИКАЦИИ

Ригоревич Р. Ю., студ., **Матюшинец Т. В.**, канд. техн. наук, доц.,
Белорусский национальный технический университет,
г. Минск, Республика Беларусь

Инженерная графика и дизайн проникли во все области проектирования окружения человека, начиная от новых моделей одежды и обуви и заканчивая разработкой изделий электронной, автомобильной и атомной промышленности [1]. Любой автомобиль должен быть как совершенным с точки зрения дизайнера, так практичным с конструкторской стороны. Одним из инструментов дизайнера является абстрактное мышление. Любым прогрессом в работе – управляет идея и вдохновение. В идею можно вдохновить разные сущности и путем трансформации превратить её в разные новые объекты.



Рисунок 1 – «Идея-белка»

«Идея-белка» претерпевая метаморфозы элементов, видоизменяя лапы в колеса трансформируется в «грузовик-белка». Скетч нового

грузового транспортного средства из обычной белки это только развитие идеи - оболочка, но без инженерной проработки, она не сможет стать прототипом из металла, стекла и пластика.

ЛИТЕРАТУРА

1. Курушин, В.Д. Дизайн и реклама: от теории к практике / В.Д. Курушин. - Москва : ДМК Пресс, 2017. - 308 с.

УДК 514.18

РОЛЬ ЧИСЛОВЫХ ОТМЕТОК В КУРСЕ ИНЖЕНЕРНОЙ ГРАФИКИ

Мальш Е. А., студ., **Грицко Н. М.**, ст. преп.,
Белорусский национальный технический университет,
г. Минск, Республика Беларусь

Рассматривая данную тему, можно заметить, что в инженерной практике существуют такие объекты, для которых метод проецирования на две и более взаимно перпендикулярные плоскости проекций непригоден: изображения получаются мало наглядными, а точность графических построений на таких чертежах недостаточна при решении позиционных и метрических задач.

Чертежи, выполненные в проекциях с числовыми отметками, свободны от этих недостатков.

Составной частью архитектурных проектов являются чертежи, которые содержат данные о планировке и благоустройстве окружающей здание территории, о связи проектируемого здания с рельефом местности. Поэтому метод числовых отметок широко используется в строительном деле.

Проектирование неотъемлемых элементов современного города, таких как магистрали, транспортные развязки, путепроводы и мосты, аэродромы требуют знаний о чтении и выполнении таких чертежей.

Этот способ позволяет с достаточной наглядностью представить сооружаемый объект.

Метод числовых отметок является одним из основных методов проецирования земляных сооружений, формирующий представление о местности.

ЛИТЕРАТУРА

1. Короев, Ю. И. Начертательная геометрия / Ю. И. Короев // М. : Стройиздат, 2004. – 319с.
2. Крылов, Н. Н. Начертательная геометрия: учебник для студентов строительных специальностей вузов / Н. И. Крылов // М.: Высшая школа, 2006.

УДК 514.18

ПЕРСПЕКТИВА И ТЕНИ В КУРСЕ ИНЖЕНЕРНОЙ ГРАФИКЕ

Фадеева К. М., студ., **Грицко Н. М.**, ст. преп.,
Белорусский национальный технический университет,
г. Минск, Республика Беларусь

Perspectus (лат.) – ясно, правильно увиденный. Особенностью перспективных изображений является их наглядность, т. к. аппарат центрального проецирования точно соответствует зрительному аппарату человека.

Поэтому перспективу используют в архитектурной практике, строительном проектировании в тех случаях, когда необходимо представить здание или объемы в окружающей застройке, ландшафте, проверить их пропорции, оценить объемно-композиционные решения и т. д.

Перспективой называется изображение, построение которого основано на методе центрального проецирования [1].

В зависимости от того, на какую поверхность строят перспективу, различают следующие виды перспектив:

- линейную – изображение на плоскости;
- панорамную – изображение на внутренней поверхности цилиндра;

–упольную – изображение на внутренней поверхности шара.

К недостаткам перспективы относятся сложность построений и ограниченная возможность измерений из-за наличия перспективных искажений угловых и линейных размеров [2].

ЛИТЕРАТУРА

1. Филисюк, Н. В. Инженерная графика построение перспективы здания и теней / Н. В. Филисюк, В. А. Мальцева // Тюмень, 2014. С. 6.

2. Доржиев, Ц. Ц. Перспектива и тени / Ц. Ц. Доржиев, Ф. К. Чистяков // Улан-Удэ, 2007. – С. 4.

УДК 001.2

ГАСПАР МОНЖ – СОЗДАТЕЛЬ ВСЕМИРНОГО ГРАФИЧЕСКОГО ЯЗЫКА

Рябушев Я. А., студ., **Щербакова О. К.**, ст. преп.,
Белорусский национальный технический университет,
г. Минск, Республика Беларусь

Создание Монжем «Начертательной геометрии», трактат которой появился в свет только в 1799 году под заглавием «Geometrie descriptive», послужило началом и основанием работ, позволивших новой Европе овладеть геометрическим направлением Древней Греции; работы же по теории поверхностей, помимо своего непосредственного значения, повели к выяснению важного принципа непрерывности и к раскрытию смысла той широкой неопределённости, которая порождается при интегрировании уравнений с частными производными, произвольными постоянными и ещё более появлением произвольных функций [1].

Из числа менее крупных вкладов в науку следует указать на данную Монжем теорию полярных плоскостей к поверхностям второго порядка; на открытие круговых сечений гиперболоидов; на создание первой идеи о линиях кривизны поверхностей и т.д. Монж вошёл в

историю науки как создатель начертательной геометрии, как человек, который сделал чертёж рабочим инструментом инженеров и техников всех стран и народов. «Если чертёж является языком техники, то начертательная геометрия служит грамматикой этого всемирного языка, так как она учит нас правильно читать чужие и излагать на нём наши собственные мысли», – говорил известный русский учёный В.И. Курдюмов (1853–1904) [2]. И создатель этого всемирного языка – Гаспар Монж.

Также, помимо математики учёный занимался ещё химией, металлургией, метрологией, оптикой, гидравликой, оружием и стекольным производством и даже выдвинул гипотезу о происхождении жизни на Земле. Монж был одним из последних учёных-энциклопедистов.

ЛИТЕРАТУРА

1. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.detskiysad.ru/raznlit/monge2.html>. – Дата доступа 10.04.2022.
2. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://techno-new.developer.stack.net/doc/347667.html>. – Дата доступа 10.04.2022.

УДК 004.92

РОЛЬ АКСОНОМЕТРИЧЕСКИХ ПРОЕКЦИЙ В КУРСЕ ИНЖЕНЕРНОЙ ГРАФИКИ

Назарова Д. А., студ., **Грицко Н. М.**, ст. преп.,
Белорусский национальный технический университет,
г. Минск, Республика Беларусь

Обычный рисунок (фото, картина) изображает предмет, как он представляется глазу наблюдателя. Применение рисунка в производстве неудобно, так как он искажает форму и размеры предмета. Проецирование предмета на плоскости проекций дает нам представление о форме самого предмета только с одной стороны.

Чертеж дает представление о форме и размерах предмета, но часто уступает в наглядности. Чтобы получить представление о форме

предмета в целом, нужно проанализировать и сравнить между собой отдельные его проекции. Такую возможность предоставляет аксонометрическая проекция (АП).

Используя данный метод предмет можно спроецировать на плоскость проекций таким образом, чтобы на созданном изображении было видно сразу несколько его сторон.

Таким образом, АП позволяет получить изображение, наглядно отображающее форму внешних и внутренних поверхностей технического изделия. Благодаря хорошей наглядности и простоте построений аксонометрические изображения широко применяются при выполнении проектирования и конструирования разных объектов и для реализации технического замысла автора.

Большая учебная ценность АП состоит в том, что они являются как бы связующим звеном между реальным предметом и его ортогональным чертежом. Изучение АП является замечательным средством развития и тренировки пространственных представлений у студентов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Боголюбов, С. К. Инженерная графика / С. К. Боголюбов. – М.: Машиностроение, 2006.– 392 с.
2. Чекмарев А.А. Инженерная графика. Машиностроительное черчение: /А.А. Чекмарев. – М.: ИНФРА-М, 2014 – 396 с.

УДК 37.013

ИСТОРИЯ РАЗВИТИЯ И ЗАДАЧИ НАУЧНОЙ ПЕДАГОГИКИ

Стешин К. Д., студ., **Хмельницкая Л. В.**, ст. преп.,
Белорусский национальный технический университет,
г. Минск, Республика Беларусь

Слово «педагогика» происходит древнегреческого *παιδαγωγική*, что означает буквально «детовожделение, детоведение». В Древней Греции педагог – раб (часто – неспособный к физическому труду),

наблюдающий за ребёнком (*παῖδος* – мальчик), отвечающий за посещение им школы [1].

Развитие педагогики неотделимо от истории человечества. Педагогическая мысль зародилась и на протяжении тысячелетий развивалась в древнегреческой, древневосточной и средневековой теологии и философии.

Впервые педагогика вычленена из системы философских знаний в начале XVII в. английским философом и естествоиспытателем Фрэнсисом Бэконом и закреплена как наука трудами чешского педагога Яна Амоса Коменского. К настоящему времени педагогика является многоотраслевой наукой, функционирующей и развивающейся в тесной взаимосвязи с другими науками.

Научная педагогика ставит перед собой следующие задачи:

- воспитание честного, порядочного, трудолюбивого человека;
- выявление состава и величины природных дарований (способностей) и тесно связанных с ними потребностей данного человека;
- выявление состава и величины общественных потребностей к обучению и воспитанию в данном месте и в данное время;
- создание условий и осуществление гармоничного удовлетворения личных и общественных потребностей в воспитании и обучении с учётом потребностей и возможностей (способностей).

ЛИТЕРАТУРА

1. Большой энциклопедический словарь : энциклопедия / гл. ред. А. М. Прохоров. – 2-е изд., перераб. и доп. – М. ; Санкт-Петербург : Большая Российская энциклопедия : Норинт, 1200. – 1456 с.

ПЕДАГОГИКА В ИНЖЕНЕРИИ

Стешин К. Д., студ., **Хмельницкая Л. В.**, ст. преп.,
Белорусский национальный технический университет,
г. Минск, Республика Беларусь

Педагогика в инженерии – составная часть профессиональной педагогики, направленная на подготовку специалистов, реализующих инженерную деятельность, и характеризуется специфическими целями, принципами, содержанием, формами организации, метода-и и средствами обучения.

Этим определяется ее название (инженерная), сущность, границы, объект и предмет. Инженерная педагогика раскрывает теорию и методики проектировочных, конструктивных, гностических, коммуникативных, управленческих и других функций; теорию и методику обучения техническим, технологическим знаниям, навыкам и умениям, формирования специфических способов инженерной деятельности [1].

Теория и практика инженерной педагогики развивается под воздействием общественных потребностей в области инженерного образования, развития технических наук, питающих инженерную педагогику.

Сохраняя педагогическую сущность, они сориентированы на инженерное образование, на практико-познавательное взаимодействие человека с техникой.

Вместе с тем теория и практика показывают, что специфическими для инженерной педагогики категориями выступают научно-техническое познание, инженерная деятельность, личность специалиста и профессиональное общение.

ЛИТЕРАТУРА

1. Профессионально-педагогические понятия : словарь : учебное пособие для вузов [Гриф УМО] / Рос. гос. проф.-пед. ун-т, сост. Г. М. Романцев, В. А. Федоров, И. В. Осипова, О. В. Тарасюк ; под ред. Г. М. Романцева. – Екатеринбург: Издательство РГППУ, 2005. – 455 с.

ИНЖЕНЕРНАЯ ПЕДАГОГИКА И ПРЕДМЕТ ЕЕ ИЗУЧЕНИЯ

Штешин К. Д., студ., **Хмельницкая Л. В.**, ст. преп.,
Белорусский национальный технический университет,
г. Минск, Республика Беларусь

При комплексном решении теоретических и практических проблем развития высшего образования одну из ведущих позиций занимает профессиональная педагогика как социально, комплексная наука, имеющая свои законы, закономерности, принципы и специфические особенности, одним из основных направлений которой является инженерная педагогика.

Выделение инженерной педагогики в качестве самостоятельной междисциплинарной науки вызвано объективной необходимостью решения комплексных глобальных проблем инновационного развития, прежде всего технического образования, совершенствование которого требует применения научного подхода к исследованию закономерностей нелинейных процессов взаимовлияния образования, науки и производства [1, с. 10].

Объектом изучения науки «Инженерная педагогика» является комплекс следующих составляющих:

- междисциплинарная многофункциональная инженерная деятельность;
- педагогический процесс подготовки инженеров как функциональный компонент целостной системы «образование-наука-производство»;
- инженерно-педагогическая деятельность преподавателей технических вузов в современных условиях.

ЛИТЕРАТУРА

1. Приходько, В. Инженерная педагогика: становление, развитие, перспективы / В. Приходько, З. Сазонова // Высшее образование в России. – 2007. – № 1. – С. 10–25.

СТРАТЕГИЯ ИНЖЕНЕРНОГО МЫШЛЕНИЯ

Стешин К. Д., студ., Хмельницкая Л. В., ст. преп.,
Белорусский национальный технический университет,
г. Минск, Республика Беларусь

В самой общей форме стратегия инженерного мышления выступает как последовательность шагов (итераций), для каждого звена которому характерно следующее:

- во-первых, наличие критической ситуации (ситуаций), её анализ и постановка применительно к ней определённой цели;
- во-вторых, использование конструирования и как способа познания конструкции и как средства преобразования ситуации;
- в качестве третьей наиболее общей черты стратегии предоставляется возможным выделить наличие априорных положений, в соответствии с которыми осуществляется изменение ситуации [1, с.154].

Априорность позволяет включать в состав этих положений «законы природы», разного рода аксиомы, культурные нормы деятельности, методы мышления и принципы мировоззрения.

Мы выделяем как самый главный априорный принцип – принцип фундаментальности, или универсальности, рассматриваемого процесса, к примеру, механического движения.

В качестве другого принципа, тесно связанного с первым, выступает математическо-геометрический метод разрешения механических задач.

Современный инженер должен обладать фундаментальными знаниями, умениями и навыками в области основных технических дисциплин, таких как теоретическая механика, сопромат, теория и детали машин и механизмов и, в не в последнюю очередь, начертательная геометрия и инженерная графика, а также иметь высокий уровень компьютерной грамотности.

ЛИТЕРАТУРА

1. Никитаев, В. В. Инженерное мышление и инженерное знание (логико-методологи1. ческий анализ) / В. В. Никитаев // Философия науки и техники. – 1997. – Т. 3, № 1. – С. 153–170.

НАЧЕРТАТЕЛЬНАЯ ГЕОМЕТРИЯ В ТРУДАХ УЧЕНЫХ

Жук Е. С., студ., **Зеленый П. В.**, канд. техн. наук, доц.,
Белорусский национальный технический университет,
г. Минск, Республика Беларусь

Великий французский ученый Г. Монж в своих трудах возвел в стройную научную систему весь накопленный развитием науки и технике в ряде стран материал по ортогональному проецированию.

Появление начертательной геометрии было вызвано возрастающими потребностями в теории изображений. Дальнейшее развитие начертательная геометрия получила в трудах многих ученых.

Наиболее полное изложение идей Монжа по ортогональным проекциям дал Г. Шрейбер (1799-1871гг.), написавший «Учебник по начертательной геометрии» (по Монжу). Он обогатил начертательную геометрию изложением ее на проективной основе, применив идеи Шаля, Штаудта, Рейе, Штейнера и др., разработал теорию теней и сечений кривых поверхностей.

Заметны труды ученых немецкой школы. Геометр Вильгельм Фидлер в книге «Начертательная геометрия», изданной в 1871г., в органической связи с геометрией проективной представил первый курс дисциплины, стоящий на уровне современных требований.

Профессор Академии изобразительных искусств и Строительной академии в Берлине Карл Польке (1810–1876 гг.), развивая теорию аксонометрии, в 1853 г. открыл основную теорему аксонометрии. Доказательство этой теоремы в 1864 г. вывел немецкий геометр Г. А. Шварц. Обобщенная теорема аксонометрии стала называться теоремой Польке-Шварца. Простое доказательство этой теоремы дал в 1917 г. профессор Московского университета А. К. Власов. Московский геометр Н. А. Глаголев продолжил работы этого направления, он доказал, что теорема Польке-Шварца есть предельный случай более общей теоремы о параллельно-перспективном расположении двух тетраэдров.

ЛИТЕРАТУРА

1. История развития начертательной геометрии / сост. Е. К. Торхова, Н. Ю. Кунгурцева: под ред. Е. К. Торховой. – Ижевск, 2012. – 14 с.

УДК 744:62:004.925(076)

МОДЕЛИРОВАНИЕ МАШИНОСТРОИТЕЛЬНЫХ ДЕТАЛЕЙ В КОМПАС-3D

Рогалевич В. С., магистрант, **Клоков Д. В.**, канд. техн. наук, доц.,
Белорусский национальный технический университет,
г. Минск, Республика Беларусь

Выполнение чертежа сборочной единицы предшествует частичное или полное составление эскизов или рабочих чертежей деталей, входящих в узел, не всегда содержащих наиболее характерные геометрические формы, виды соединений и передач [1]. Чертежи делаются в специально созданных программах – «AutoCAD» и «КОМПАС-3D».

Система КОМПАС-3D предназначена для создания трехмерных ассоциативных моделей отдельных деталей и сборочных единиц, содержащих как оригинальные, так и стандартизованные конструктивные элементы. Параметрическая технология позволяет быстро получать модели типовых изделий на основе однажды спроектированного прототипа. Ключевой особенностью КОМПАС-3D является использование собственного математического ядра и параметрических технологий, разработанных специалистами АСКОН [2].

Моделирование изделий в КОМПАС-3D можно вести различными способами: «снизу-вверх» (используя готовые компоненты), «сверху-вниз» (проектируя компоненты в контексте конструкции), опираясь на компоновочный эскиз (например, кинематическую схему) либо смешанным способом. Такая идеология обеспечивает получение легко модифицируемых ассоциативных моделей.

Кроме этого, доработки коснулись модуля проектирования листовых деталей, пространственной ломаной, режима упрощенного отображения моделей, работы с таблицами, создания спецификаций, импорта и экспорта и много другого.

ЛИТЕРАТУРА

1. Лешкевич, А. Ю. Синтез сборочного чертежа редуктора на компьютере / А. Ю. Лешкевич, В. С. Рогалевич, С. В. Гиль // Автотракторостроение и автомобильный транспорт : сборник научных трудов : в 2 томах. – Минск : БНТУ, 2021. – Т. 2. – С. 357–362.

2. КОМПАС-3D. Официальный сайт САПР КОМПАС [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.kompas.ascon.ru>. – Дата доступа: 10.04.2022.

УДК 621.8

ИСТОРИЯ РАЗВИТИЯ РЕЗЬБОВОГО СОЕДИНЕНИЯ

Соловьев Е. А., студ., **Щербакова О. К.**, ст. преп.,
Белорусский национальный технический университет,
г. Минск, Республика Беларусь

Из истории известно, что винтовая нить, которая является прародителем современного резьбового соединения, была изобретена примерно в 400-м году Архитом Тарентским (428 до н.э. – 350 г. до н.э.). Одним из первых применений винтового принципа стал пресс для извлечения масел из маслин и соков из винограда. Гораздо раньше, Архимед (287 г. до н.э. – 212 г. до н.э.) разработал принцип винтов и использовал его для создания устройств для поднятия воды из водоемов. Есть предположения, что винт с водой, возник в Египте еще до Архимеда. Механизм был построен из дерева и использовался для орошения земель и удаления трюмной воды с кораблей. Римляне применяли винт Архимеда в первых системах водопроводов. Механизмов в основе которых была резьба создавалось множество. Основная проблема всех резьбовых деталей была в том, что отсутство-

вали точные станки и лекала для стандартизированного изготовления деталей. Все болты были разных размеров и каждый, кто владел навыками изготовления резьбовых соединений, делал это «на глазок». В 1770 году эта проблема решилась, английский механик-изобретатель Джесси Рамсден, сделал первый точный винторезный станок. Используя его токарные станки, болты стало возможным изготавливать по шаблону, нужных длин и диаметров. Появление таких станков дало старт новому витку в истории механики – изобретению паровых двигателей, подвесных мостов и стальных конструкций, способных выдерживать большой вес и быть по необходимости обслуживаемыми, используя запасные части, выполненные по шаблону.

Кажущаяся простота конструкции и доступность привычных нам резьбовых соединений – это богатейшая история человечества.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ботвинников, А. Д. Черчение 7-8 / А. Д. Ботвинников. – М: «Просвещение», 2005. – 203 с.
2. Тищенко, А.Т. Технология. Индустриальные технологии / А. Т. Тищенко, В. Д. Симоненко. – «Вентана-Граф», 2014. – 254 с.

УДК 371.3

О НЕОБХОДИМОСТИ ИЗУЧЕНИЯ КУРСА ИНЖЕНЕРНОЙ ГРАФИКИ ДЛЯ СПЕЦИАЛЬНОСТИ I 41 01 01 «ТЕХНОЛОГИЯ МАТЕРИАЛОВ И КОМПОНЕНТОВ ЭЛЕКТРОННОЙ ТЕХНИКИ»

Курныш В. В., студ., **Лешкевич А. Ю.**, канд. техн. наук, доц.,
Белорусский национальный технический университет,
г. Минск, Республика Беларусь

Любому специалисту инженерно-технической специальности или профессии необходимы способности и возможности к анализу и синтезу пространственных форм, изображенных на любом носителе, умение воплощать и воспринимать идеи других разработчиков в чертежную документацию, общаться с ними на подобающем уровне.

Наверняка, даже работая с компонентами электронной техники, придется осваивать проектирование микро- и даже нано-геометрических форм корпусных и других деталей микротехники и без знаний и определенных навыков по йостроению геометрических изображений здесь не обойтись.

Изучение инженерной графики – языка технического общения для любой специальности – сводится к развитию пространственного представления и воображения, конструктивно-геометрического мышления, способностей к анализу и синтезу пространственных форм и отношений. Она дает возможность эффективно работать в современной области автоматизированного проектирования, охватывающей совершенно разных людей с различным уровнем графической подготовки. Уровень этой подготовки и определяется курсом инженерной графики, включающей в себя начертательную геометрию, проекционное и машиностроительное черчение.

Сегодня приоритетными в графической подготовке являются знания и навыки, связанные с компьютерной графикой, умение работать в графических редакторах, разрабатывать чертежи в электронном виде на базе графических информационных технологий последнего поколения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Кукушкина, В. С. Педагогические технологии / В. С. Кукушкина – М. : ИК «МарТ». – Ростов н/Д: изд. центр «МарТ», 2006. – 336 с.

УДК 744.42:62(075)

ЧЕРТЕЖИ-СХЕМЫ ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ И ИХ ТИПЫ

Заяц А. А., студ., **Коноплицкая И. А.**, ст. преп.,
Белорусский национальный технический университет,
г. Минск, Республика Беларусь

Схема – конструкторский документ, который содержит условные графические изображения составных частей изделия и их связей.

Классификация электрических схем приведена в документе ГОСТ 2702-2011 ЕСКД. Различают 8 типов электрических схем:

1) схема структурная – документ, определяющий основные функциональные части изделия, их назначение и взаимосвязи;

2) схема функциональная – документ, разъясняющий процессы, протекающие в отдельных функциональных цепях изделия (установки) или изделия (установки) в целом;

3) схема принципиальная (полная) – документ, определяющий полный состав элементов и взаимосвязи между ними и, как правило, дающий полное (детальное) представления о принципах работы изделия (установки);

4) схема соединений (монтажная) – документ, показывающий соединения составных частей изделия (установки) и определяющий провода, жгуты, кабели или трубопроводы, которыми осуществляются эти соединения, а также места их присоединений и ввода (разъёмы, платы, зажимы и т. п.);

5) схема подключения – документ, показывающий внешние подключения изделия;

6) схема общая – документ, определяющий составные части комплекса и соединения их между собой на месте эксплуатации;

7) схема расположения – документ, определяющий относительное расположение составных частей изделия (установки), а при необходимости, также жгутов (проводов, кабелей), трубопроводов, световодов и т. п.;

8) схема объединенная – документ, содержащий элементы различных типов схем одного вида.

ЛИТЕРАТУРА

1. ГОСТ 2702-2011. Единая система конструкторской документации. Правила выполнения электрических схем.

**СПЕЦИФИКА ПРЕПОДАВАНИЯ ИНЖЕНЕРНОЙ
ГРАФИКИ ДЛЯ СПЕЦИАЛЬНОСТЕЙ,
СВЯЗАННЫХ С ЭЛЕКТРОНИКОЙ**

Курныш В. В., студ., **Лешкевич А. Ю.**, канд. техн. наук, доц.,
Белорусский национальный технический университет,
г. Минск, Республика Беларусь

В современном мире ценность и актуальность таких профессий, как инженер-технолог, инженер-конструктор, инженер-логистик и т. д. многократно возрастает, они всё более востребованы и дефицитны на рынке труда. Специфика высшей технической подготовки напрямую связана с изучением курса инженерной графики и должна обеспечивать непрерывность геометрического и графического образования и преемственность знаний при переходе к профилирующим учебным дисциплинам, входящим в круг обязательных технических предметов, таких как детали машин, ТММ, теоретическая механика и т. д. Несомненно, сложность и объем графической подготовки зависит от специальности инженера и, казалось бы, для электронной техники черчение или вообще не нужно, или должно преподаваться в сокращенном или упрощенном, весьма урезанном виде. На первый взгляд, это, казалось бы, верно, однако инженерная графика, прежде всего, развивает пространственное мышление, а уж потом учит читать и конструировать чертежи, изучив законы изображения и образмеривания технических геометрических форм. Сложность, методика преподавания и объем подготовки должны быть вариативны в сторону уменьшения объема и значительного упрощения графического материала на лекциях, практических занятиях и в самостоятельной работе.

Успешность будущей деятельности специалиста определяется, прежде всего степенью сформированности его профессиональных качеств – инженерно-техническая грамотность, творческий подход к выполняемой работе, развитое пространственное мышление использование возможностей компьютерной техники и т.д.

ЛИТЕРАТУРА

1. Полат, Е.С. Новые педагогические и информационные технологии в системе образования / Е. С. Полат. – М.: «Академия», 2005. – 272 с.

УДК 620(075)

ПОЛУЧЕНИЕ И ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЭНЕРГИИ ПАРА РАЗЛИЧНОГО ВИДА

Жишко К. А., студ., **Зеленый П. В.**, канд. техн. наук, доц.,
Белорусский национальный технический университет,
г. Минск, Республика Беларусь

Паровой котёл – может вырабатывать два вида пара – насыщенный и перегретый. Первый имеет температуру 100 °С и давление 100 кПа. Второй отличается повышенной температурой – до 500 °С и высоким давлением – более 26 МПа. Паровые устройства используются для отопления домов. Они подогревают воду и гонят образовавшийся пар в трубы отопления. Такую систему выполняют вместе с угольной печью или котлом. Бытовые приборы для отопления паром создают только насыщенный, неперегретый пар.

При промышленном применении пар перегревают. Его нагревают после испарения, чтобы ещё выше поднять температуру. Эти установки должны предотвращать взрыв паровой ёмкости. Перегретый пар используют на образование электричества или механическое движение. Для этого пар направляют в паровую турбину, а та приводит во вращение вал. Это вращение в дальнейшем передается генератору для получения электрической энергии.

Кроме того, пар может приводить во вращение колеса. В результате чего паровой транспорт приходит в движение. Известный пример паровой машины – паровоз.

Паровой котёл – сложная конструкция. Это ёмкость, внутри которой нагретая вода испаряется и образует пар. Обычно – это труба различного размера. Кроме нее, в котлах имеется топочная камера. Вид топки определяется топливом. Под него конструируют котёл. Если

это твёрдые виды топлива – уголь, дрова, – то внизу имеется колосниковая решётка. Через колосники проходит воздух. Вверху топки устраивают дымоход. Если энергоноситель – жидкий или газообразный (мазут, газ), то в топочную камеру вводят горелку.

ЛИТЕРАТУРА

1. Лезин, В.И. Пароперегреватели котельных агрегатов / В. И. Лезин, Ю. М. Липов, М. А. Селезнев, В. М. Сыромятников. – М., 1965. – 290 с.

УДК 621.311

ВЫПОЛНЕНИЕ ТЕПЛОВЫХ СХЕМ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ УСТАНОВОК

Жуковец И. Г., студ., **Самсонов Н. Д.**, студ.,
Дорогокупец Т. В., ст. преп.,
Белорусский национальный технический университет,
г. Минск, Республика Беларусь

Тепловая схема является обязательным конструкторским документом, который разрабатывается на всех этапах проектирования паровых и газовых турбоустановок тепловых и атомных электростанций. Однако до сих пор не существует единых правил выполнения и оформления тепловых схем. Каждая организация-разработчик оформляет их в соответствии со сложившимися традициями. Сравнение схем, выполненных в разных организациях, показывает, что их оформление существенно отличается друг от друга.

Классификацию схем и общие требования к их выполнению устанавливает ГОСТ 2.701-84. Вид схемы «тепловая» в данном стандарте отсутствует. Но на основе анализа существующих нормативных документов регламентирующих требования к выполнению схем изделий и установок всех отраслей промышленности, тепловые схемы можно отнести к энергетическим схемам и присваивать им буквенный код «Р».

Тепловые схемы чаще всего выполняются двух типов: принципиальные (упрощенные) и полные или развернутые. Чтобы конкретизировать классификацию тепловых схем, принципиальной тепловой схеме присваивается код – Р3.1, а полной – Р3.2.

Перечень стандартов, определяющих условные графические обозначения (УГО) элементов тепловых схем, достаточно широк, так как тепловые схемы содержат: энергетическое оборудование, гидравлические и электрические машины, трубопроводную арматуру, измерительные приборы.

ЛИТЕРАТУРА

1. ГОСТ 2.701-2008. Схемы. Виды и типы. Общие требования к выполнению. – М.: Стандартинформ, 2009. – 15с.
2. ГОСТ 21.403-80. Обозначения условные графические в схемах. Оборудование энергетическое – М.: Издательство стандартов, 1987. – 34 с.

УДК 620(075)

ПРИНЦИП РАБОТЫ И КЛАССИФИКАЦИЯ ПАРОВЫХ КОТЛОВ

Жишко К. А., студ., **Зеленый П. В.**, канд. техн. наук, доц.,
Белорусский национальный технический университет,
г. Минск, Республика Беларусь

Принцип работы: вода очищается и подаётся в резервуар с помощью электронасоса (как правило, резервуар расположен в верхней части котла; из резервуара по трубам вода стекает вниз в коллектор); из коллектора вода поднимается снова вверх через зону нагрева (горения топлива); внутри водной трубы образуется пар, который под действием разницы давлений между жидкостью и газом поднимается вверх; вверху пар проходит через сепаратор (здесь он отделяется от воды, остатки которой возвращаются в резервуар, и дальше пар поступает в паропровод).

По виду топлива котлы классифицируют на: газовые; угольные; мазутные; электрические.

По назначению на: бытовые; промышленные; энергетические.

По конструктивным особенностям на: газотрубные; водотрубные.

Емкость для образования пара часто представляет собой трубу или несколько труб. Воду в трубах обогревают горячие газы, образующиеся при сгорании топлива. Устройства, в которых газы поднимаются к трубам с водой, называют газотрубными котлами.

Элемент нагрева водотрубного котла представляет собой ряд труб, по которым движется нагретая вода, а теплообмен происходит путём нагрева труб путём сжигания топлива.

Наиболее распространённым и простым видом теплообменника является узел, состоящий из двух труб, сваренных между собой несколькими поперечными трубами.

ЛИТЕРАТУРА

1. Лезин, В.И. Пароперегреватели котельных агрегатов / В. И. Лезин, Ю. М. Липов, М. А. Селезнев, В. М. Сыромятников. – М., 1965. – 290 с.

УДК 620(075)

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ГАЗОТРУБНЫХ И ВОДОТРУБНЫХ КОТЛОВ

Жишко К. А., студ., **Зеленый П. В.**, канд. техн. наук, доц.,
Белорусский национальный технический университет,
г. Минск, Республика Беларусь

Главные преимущества жаротрубных котлов: простая конструкция; изготавливаются из недорогого металла; компактность; простое обслуживание; легкий тепловой расчет.

Недостатки при эксплуатации жаротрубных котлов: требования по качеству подпиточной воды (это связано с небольшими скоро-

стями циркуляции, и поэтому это оборудование запрещается подключать к системам отопления из-за высокого шламообразования в радиаторах); высокая взрывоопасность (если в котле имеется большое количество горячей воды и внезапно падает давление из конструктивных поломок, то мгновенно происходит выделение пара, сопровождающееся взрывом); высокое аэродинамическое сопротивление; необходимость поддержания температуры большого объёма воды даже в случае отсутствия потребности, иначе при остывании приходится затрачивать много времени на нагрев.

Элемент нагрева водотрубного котла – это трубы, по которым движется нагретая вода, а теплообмен происходит путём нагрева труб путём сжигания топлива. Наиболее распространённым и простым видом теплообменника является узел, состоящий из двух труб, сваренных между собой несколькими поперечными трубами.

Преимущества водотрубных котлов следующие: нет опасности взрыва; быстрый теплообмен; небольшой вес оборудования; надёжная конструкция; нет особенных требований к качеству воды.

Минусы такого оборудования: качество швов и соединений должно быть высоким; более сложное устройство; сложное техобслуживание. Мощность водотрубного котла — выше, чем газотрубного.

ЛИТЕРАТУРА

1. Лезин, В. И. Пароперегреватели котельных агрегатов / В. И. Лезин, Ю. М. Липов, М. А. Селезнев, В. М. Сыромятников. – М., 1965. – 290 с.

КЛАССИФИКАЦИЯ ШИН В ЗАВИСИМОСТИ ОТ КОНСТРУКТИВНЫХ ПАРАМЕТРОВ ПРОФИЛЯ

Геут А. В., студ., **Зеленый П. В.**, канд. техн. наук, доц.,
Белорусский национальный технический университет,
г. Минск, Республика Беларусь

Рассмотрим классификацию шин по форме профиля и особенности их конструкции: обычного профиля; низкопрофильные; сверхнизкопрофильные; широкопрофильные; арочные; пневмокати.

Шина обычного профиля: Высота профиля – 82–70 % от ширины шины. Устанавливается на дорожные автомобили. Шины такого профиля бывают камерными и бескамерными. Камера герметично запирает воздух внутри шины. У бескамерных шин это обеспечивается тем, что ее внутренняя поверхность содержит герметичный слой, а сама шина герметично садится на обод. Преимущественно распространены бескамерные шины.

Низкопрофильная шина: Высота профиля – 65–50 % от ширины шины. Применяется чаще всего на легковых автомобилях и автобусах. Бывают только бескамерные.

Сверхнизкопрофильная шина: Высота профиля – > 50 % от ширины шины. Такие шины предназначены для легковых автомобилей и автобусов. Бывают такие шины только бескамерными.

Широкопрофильная шина: ширина профиля увеличена в 1,5–2 раза. Имеют более прочный каркас и бортовую часть. Такие шины могут быть камерные и бескамерные.

Арочная шина: ширина профиля увеличена в 2–2,5 раза. Такие шины устанавливаются в основном на агропромышленную технику. Выпускаются только бескамерные.

А пневмокати отличаются большой шириной профиля.

ЛИТЕРАТУРА

1. Кнороз, В. И. Работа автомобильной шины / В. И. Кнороз. – М. : Транспорт, 1976. – 238 с.

КОНСТРУКТИВНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ГРУЗОВЫХ ШИН

Марков Г. В., студ., **Клоков Д. В.**, канд. техн. наук, доц.,
Тявловская Т. М., ст. преп.,
Белорусский национальный технический университет,
г. Минск, Республика Беларусь

Грузовые шины имеют высокую инвестиционную стоимость. Кроме того, потенциал их службы может быть изменен в худшую сторону под влиянием множества параметров обслуживания. Таким образом, истинная стоимость одного километра пробега - не только функция качества грузовой резины и цены, но и следствие условий, в которых они эксплуатируются. Чтобы быть способным оптимизировать эти условия, необходимо познакомиться с характеристиками и конструкцией шины и понять ее механические свойства [1].

Грузовая шина – это достаточно сложное изделие, состоящее из резиновых составов и ткани, стального или синтетического усилителя. Она состоит из: бортовое проволочное кольцо; боковина обеспечивает защиту слоя; продольные канавки; плечевая часть; центральное ребро протектора обеспечивает направленную устойчивость и быстрое рулевое управление; протектор; слой брекера; слой корда каркаса; бортовая лента из прорезиненной ткани, или корда; пятка борта; борт грузовой шины (носок и основание) – посадочная часть шины, предназначенная для надежного фиксирования ее на ободе колеса. Борт препятствует растягиванию шины и обеспечивает ее структурную жесткость при нормальном внутреннем давлении воздуха.; наполнительный шнур; герметизирующий слой; подканавочный слой протектора защищает каркас от повреждений камнями [2].

ЛИТЕРАТУРА

1. Конструкция грузовых шин [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.vse-shini.ru/konstruktsiya_gruzovyh_shin.htm. – Дата доступа: 24.04.2022.

2. Тарновский, В. Н. Автомобильные шины: устройство, работа, эксплуатация, ремонт: учебное пособие / В. Н. Тарновский, В. А.

Гудков, О. Б. Третьяков. – Москва: Издательство «Транспорт», 1990. – 15 с.

УДК 629.3.027.51

КОНСТРУКТИВНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ШИН

Геут А. В., студ., **Зеленый П. В.**, канд. техн. наук, доц.,
Белорусский национальный технический университет,
г. Минск, Республика Беларусь

По способу герметизации внутреннего объема различают камерные и бескамерные шины. Камерные шины состоят их покрышки и камеры с вентилем. Размер камеры всегда несколько меньше внутренней полости покрышки во избежание образования складок накачанном состоянии. Вентиль представляет собой обратный клапан, позволяющий нагнетать воздух в шину и препятствующий его выходу наружу. В отличие от камерных, бескамерные шины содержат воздухонепроницаемый слой на внутренней поверхности, (вместо камеры). Они имеют ряд особенностей. Бескамерная шина – более безопасна (важно при движении на высоких скоростях). В бескамерной шине может быть предусмотрен специальный герметизирующий слой, стягивающий резину при проколе колеса. Такие шины греются меньше.

Кроме того, шины отличают расположением нитей корда.

В радиальных шинах нити корда расположены под прямым углом по отношению к бортам. Основными достоинствами являются: хорошее сцепление с дорогой, малое сопротивление качению и большой срок службы. Радиальные шины используются на современных автомобилях. С ними машина устойчивее на дороге, экономичнее и динамичнее. Чтобы протектор хорошо держал дорогу, он должен принаравливаться к её неровностям – быть достаточно гибким. Чему корд каркаса почти не препятствует. Но деформация боковины шины не желательна – она ухудшает управление автомобиля. Для решения этой задачи используют дополнительное силовое кольцо из несколько слоёв корда. Его называют брекер.

ЛИТЕРАТУРА

1. Тарновский, В. Н. Автомобильные шины: устройство, работа, эксплуатация, ремонт / В. Н. Тарновский, В. А. Гудков, О. Б. Третьяков. – М. : Транспорт, – 1990. – 272 с.

УДК 629.3.027.3

ГИДРАВЛИЧЕСКАЯ И ПНЕВМАТИЧЕСКАЯ ПОДВЕСКА ГРУЗОВЫХ АВТОМОБИЛЕЙ

Апалинский Н. А., студ., **Клоков Д. В.**, канд. техн. наук, доц.,
Тявловская Т. М., ст. преп.,
Белорусский национальный технический университет,
г. Минск, Республика Беларусь

Подвеска грузового автомобиля – одна из самых важных частей тяжелого транспорта, т. к. она влияет на качество доставляемого груза и возможность быстро и надежно его перевести. Устройство пневматической подвески грузового автомобиля мало отличается от устройства пневматической подвески легкового автомобиля, но имеет ряд неоспоримых преимуществ использования [1].

Она состоит из трех основных элементов: упругие элементы для подавления динамических нагрузок между рамой и кузовом автомобиля; элементы, гасящие колебания самой подвески; механизм, стабилизирующий кузов грузовика относительно дорожного полотна.

Амортизатор пневматической системы сильно отличается от штатных амортизаторов стандартных автомобилей. Он состоит из: металлической прочной наружной направляющей; гибкой манжеты; поршня; встроенного пневмоамортизатора.

Для того чтобы гасить раскачку грузовика в конструкции автомобиля применяются амортизаторы. Они могут быть как одностороннего, так и двухстороннего действия.

Гидропневматические стойки являются своего рода активными амортизаторами, эффективно воспринимающие повышенные

нагрузки и гасящими колебания большой амплитуды. Они могут менять свою жесткость и другие характеристики в зависимости от условий эксплуатации [2].

ЛИТЕРАТУРА

1. Подвеска грузовых автомобилей [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.autotruck-press.ru/articles/3228>. – Дата доступа: 24.04.2022.

2. Особенности подвески грузового автомобиля [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://avtoshark.com/article/repairs/chassis-repairs/podveska-gruzovogo-avtomobilya>. – Дата доступа: 24.04.2022.

УДК 629.3.027.51

ОСНОВНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ КОНСТРУКЦИИ ШИН

Геут А. В., студ., **Зеленый П. В.**, канд. техн. наук, доц.,
Белорусский национальный технический университет,
г. Минск, Республика Беларусь

В каждой шине можно выделить следующие основные элементы.

Каркас – главный силовой элемент шины (покрышки), который придаёт ей прочность и гибкость. Представляет собой один или несколько слоёв обрешиненного корда.

Брекер – подушечный слой (пояс), представляет собой резинотканевую или металлокордную прослойку по всей окружности покрышки между каркасом и протектором. Брекер состоит из двух и более слоёв обрешиненного корда и является элементом радиальной шины, серьезно влияющим на многие эксплуатационные качества.

Протектор – «беговая» часть шины (покрышки), непосредственно контактирующая с дорогой. Представляет собой толстую резиновую полосу, расположенную по боковой части покрышки с рисунком на наружной поверхности, выполненным в виде выступов и канавок между ними.

Боковина – тонкий эластичный слой резины толщиной 1,5–3,0 мм на боковых стенках каркаса.

Защищает каркас от механических повреждений, проникновения влаги и служит для нанесения наружной маркировки шины.

Борт – жесткая посадочная часть покрышки, необходимая для фиксации шины на ободе колеса состоит из слоя корда, завернутого вокруг проволочного кольца, и твердого наполнительного резинового шнура. Борты придают шине нерастягивающуюся конструкцию и необходимую структурную жёсткость при номинальном внутреннем давлении воздуха.

ЛИТЕРАТУРА

1. Кленников, Е. В. Шины легковых автомобилей / Е. В. Кленников. – М.: Транспорт, 1979. – 48 с.

УДК 629. 33

О НЕОБХОДИМОСТИ ПОВЫШЕНИЯ ПРОХОДИМОСТИ ПОЛНОПРИВОДНЫХ АВТОМОБИЛЕЙ

Сорока Я. В., студ., **Лешкевич А. Ю.**, канд. техн. наук, доц.,
Белорусский национальный технический университет,
г. Минск, Республика Беларусь

Полноприводные автомобили занимают немалую часть парка автотранспортной мобильной техники в нашей стране, широко используются в различных сферах деятельности человека. Чаще их называют транспортными средствами многоцелевого назначения и используются они для осуществления транспортных операций в тяжелых дорожных условиях промышленного и дорожного строительства, устранения чрезвычайных ситуаций, в геологоразведке, нефте- и газодобыче, в сельском хозяйстве, обслуживании предприятий энергетики.

Условия эксплуатации таких автомобилей предусматривают движение в различных дорожных условиях, а чаще всего и без дорог, поэтому определяющим параметром является проходимость, даже в ущерб другим основным показателям – скорости, эргономике, комфорту и т. д.

Проходимость – это свойство машины преодолевать препятствия и двигаться по труднопроходимым грунтам и снегу на грани потери подвижности, это предельные возможности машины двигаться вне дорог, преодолевая различные местные, горизонтальные и вертикальные. водные препятствия, связанные с состоянием грунта.

Одним из определяющих параметров проходимости автомобиля является его дорожный просвет – расстояние от одной из наиболее низко расположенных точек автомобиля до опорной поверхности, так называемый клиренс. В основном, в современных компоновках, это расстояние лимитируется конструкцией и габаритами главной передачи и ее картера на ведущих мостах автомобиля.

ЛИТЕРАТУРА

1. Обзор существующих конструкций для повышения проходимости автомобиля категории М1 / А. М. Бруданов // Молодой ученый. – 2016. – № 12.

УДК 629.3.027.51

КОНСТРУКТИВНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ПРОТЕКТОРОВ АВТОМОБИЛЬНЫХ ШИН

Геут А. В., студ., **Зеленый П. В.**, канд. техн. наук, доц.,
Белорусский национальный технический университет,
г. Минск, Республика Беларусь

Разделение рисунков протектора на дорожный или внесезонный (универсальный) весьма условно. Иногда могут одновременно присутствовать признаки нескольких типов рисунка. Шины с направленным рисунком протектора имеют улучшенную способность отвода воды или снега (дорожные или зимние) из пятна контакта с дорогой. Они менее шумны. Асимметричный рисунок – один из способов реализовать разные свойства в одной шине. Ее наружная, сторона лучше работает на твердой дороге при положительной температуре, а внутренняя – на зимней. Рисунок повышенной проходимости – это

разреженный рисунок шашечного типа с развитыми грунтозацепами по плечевой зоне.

Раньше исследования шли в направлении повышения прочности покрышек и улучшения сцепления с дорожной поверхностью, то сейчас к этому добавилось и стремление создать шину, наносящую минимальный вред окружающей среде. Шинное производство – исторически очень грязное с точки зрения экологии. Кроме того, шины необходимо как-то утилизировать. Ведутся исследования, которые позволили бы минимизировать вред от классических резиновых шин, и направленные на поиск экологически чистого материала. Кроме того, ищется способ как-то отойти от необходимости использования воздушной камеры в качестве амортизирующего средства. Например, уже имеются предложения изготавливать шины, у которых вместо воздушной «подушки» был бы слой в виде губки или же в виде крупных ячеек.

ЛИТЕРАТУРА

1. Тарновский, В. Н. Автомобильные шины: устройство, работа, эксплуатация, ремонт / В. Н. Тарновский, В. А. Гудков, О. Б. Третьяков. – М. : Транспорт, – 1990. – 272 с.

УДК 629. 33

ПУТИ ПОВЫШЕНИЯ ПРОХОДИМОСТИ АВТОМОБИЛЕЙ

Сорока Я. В., студ., **Лешкевич А. Ю.**, канд. техн. наук, доц.,
Белорусский национальный технический университет,
г. Минск, Республика Беларусь

Одним из эффективных способов улучшения проходимости автомобиля является увеличение дорожного просвета, которого можно добиться несколькими способами:

- изменением геометрии ведущего моста за счет применения дополнительных боковых или колесных редукторов;
- изменением геометрии дифференциалов или главной передачи.

Изменение геометрии моста применением дополнительных боковых редукторов (портальные мосты) используется для автомобилей любых типов и позволяет добиться увеличения дорожного просвета при использовании унифицированных мостов неизменяемой заводской трансмиссии почти на 45–50 %. Способ обладает большей надежностью, так как крутящий момент распределяется не только на главную передачу, но и на бортовые редукторы, но проигрывает в скорости.

Основной проблемой увеличения дорожного просвета автомобиля является компоновка главной передачи или изменение геометрических свойств картера его ведущего моста, а точнее, его геометрическая форма (сферическая или цилиндрическая), размеры ведомой шестерни, зависящие от передаточного числа, форма и компоновка дифференциала.

Новые конструкторские решения компоновки главной передачи и изменение ее размеров, приводит к уменьшению высоты картера моста с навесными элементами и увеличивает дорожный просвет.

Изменение геометрических свойств картера моста заключается в использовании картера нестандартной формы или нестандартном расположении главной передачи.

ЛИТЕРАТУРА

1. Обзор существующих конструкций для повышения проходимости автомобиля категории М1 / А. М. Бруданов // Молодой ученый. – 2016. – № 12.

ВЛИЯНИЕ РИСУНКА ПРОТЕКТОРА НА ХОДОВЫЕ КАЧЕСТВА АВТОМОБИЛЯ

Житковец А. В., студ., **Ким Ю. А.**, канд. техн. наук, доц.,
Белорусский национальный технический университет,
г. Минск, Республика Беларусь

Основное назначение протектора – обеспечение максимального сцепления колёс с дорожным покрытием и предохранение шины колеса от износа. На величину пятна контакта шины влияют: рисунок протектора, давление внутри шины, перераспределение массы при разгоне, торможении или повороте, скорость и др.

Не менее важным параметром, влияющим на эксплуатационные качества покрышки, является состав шин. Так при одинаковом рисунке протектора, но разном составе шин могут значительно отличаться тормозной путь и управляемость автомобилем.

Одним из наиболее опасных явлений при движении автомобиля является аквапланирование. Аквапланирование – это явление, при котором сцепление колеса с дорожным покрытием полностью утрачивается, возникающее вследствие появления водяной плёнки на его поверхности. Это явление также называют «водяным клином». Для предотвращения этого явления используют шины со специальным рисунком протектора, отводящим воду из пятна контакта.

Различают три основных типа рисунка протектора:

Дорожный рисунок наиболее распространенный на легковых автомобилях тип покрышек, предназначенный для эксплуатации по дорогам с твердым покрытием.

Рисунок повышенной проходимости предназначен для автомобилей, эксплуатируемых на дорогах с низкой несущей способностью или вообще по бездорожью. Данный рисунок характеризуется наличием высоких грунтозацепов, разделенных примерно равными с ними по размерам промежутками.

Универсальный рисунок в данных покрышках протектор в центральной части имеет дорожный рисунок, а по краям беговой дорожки выполнены грунтозацепы. Шины этого типа широко используются на внедорожниках

ЛИТЕРАТУРА

1. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://daciaclubmd.ru/tyres/harakteristiki-i-tipy-shin>. – Дата доступа: 11.05.2022.

УДК 004.588

АВТОМАТИЧЕСКАЯ КОРОБКА ПЕРЕДАЧ

Куржеев С. С., курсант, **Толстик И. В.**, ст. преп.,
Белорусский национальный технический университет,
г. Минск, Республика Беларусь

Автоматическая коробка передач (АКПП, АКП) – это коробка передач, устройство и механика работы которой, позволяют ей в процессе движения транспортного средства самостоятельно определять наиболее подходящее доступное передаточное отношение, обеспечивая при этом упрощённую для водителя процедуру «трогания» с места и выполнять это всё автоматически.

Практически любая автоматическая трансмиссия имеет следующие режимы, ставшие стандартными ещё с конца 1950-х годов:

– P (англ. Park) – парковочная блокировка (включается во время парковки авто, ведущие колеса заблокированы, блокировка находится внутри самой АКП и не связана с тормозом);

– R (англ. Reverse) – задний ход (включается во время движения задним ходом только после полной остановки);

– N (англ. Neutral) – нейтральный режим (включается при кратковременной стоянке и при буксировке на небольшое расстояние);

– D (англ. Drive) – движение вперёд (включается при обычной езде вперед в гражданских условиях);

– M (англ. Manual) – движение вперёд с ручным переключением передач (включается на бездорожье, для торможения двигателем);

– S (англ. Sport) — движение вперёд с улучшенной динамикой (включается при езде в «спортивном» стиле, при обгоне).

Автоматическая коробка передач наравне с механической коробкой есть один из двух широко распространённых типов коробок передач, применяемых на разноплановых колёсных, гусеничных и

рельсовых транспортных средствах. Нужно отметить, что коробки получили распространение не только в транспортных средствах, но и в промышленных механизмах, станках на производстве.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Wikipedia, автоматическая коробка передач [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://ru.wikipedia.org/wiki>. – Дата доступа: 18.04.2022.

УДК 621.311.22

ОБЗОР ТЕПЛОВЫХ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ

Бежелев В. Р., студ., **Зеленый П. В.**, канд. техн. наук, доц.,
Белорусский национальный технический университет,
г. Минск, Республика Беларусь

По виду энергии тепловые станции классифицируют на: а) тепловые, отпускающие только электрическую энергию; б) тепловые, отпускающие и электрическую и тепловую энергию.

По технологической структуре: а) ТЭС с блочной структурой основного оборудования; б) ТЭС не блочной структуры.

По типу теплового двигателя: а) станции с паротурбинными установками (КПД до 40 %); б) станции с газотурбинными установками (КПД = 30–33 %); в) станции с парогазовыми установками (КПД = 50–55 %); г) тепловые станции с двигателями внутреннего сгорания.

По виду используемого топлива: а) угольные; б) газовые; в) мазутные.

По типу парогенератора: а) с прямоточным парогенератором; б) с барабанным парогенератором.

По величине начальных параметров пара: а) со сверхкритическими параметрами пара ($P > 22$ МПа); б) с высокими параметрами пара ($P > 16$ МПа); в) со средними параметрами пара ($P > 4$ МПа); г) с низкими параметрами пара ($P < 4$ МПа).

По мощности: а) станции большой мощности ($N_{\text{уст}} > 1000$ МВт); б) станции средней мощности ($N_{\text{уст}} > 160$ МВт); в) станции средней мощности ($N_{\text{уст}} < 160$ МВт).

По типу часов использования установленного оборудования: а) базовые ($T_{\text{уст}} > 5000$ час/год); б) полупиковые ($T_{\text{уст}}$ от 5000 до 1500–2000 час/год); в) пиковые ($T_{\text{уст}} < 1500$ –2000).

По способу водоснабжения: а) прямоточные; б) с обратным водоснабжением.

ЛИТЕРАТУРА

1. Рыжкин, В. Я. Тепловые электрические станции: учебник для вузов под ред. В. Я. Гиршфельда / В. Я. Рыжкин. – 3-е изд., перераб. и доп. – М. : Энергоатомиздат, 1987. – 328 с.

УДК 621.311.22

ПРИНЦИП РАБОТЫ ТЕПЛОВЫХ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ

Бежелев В. Р., студ., **Зеленый П. В.**, канд. техн. наук, доц.,
Белорусский национальный технический университет,
г. Минск, Республика Беларусь

Основной принцип работы тепловой электростанции заключается в производстве тепловой энергии из органического топлива, которая в дальнейшем используется для выработки электрического тока. Понятия ТЭС и ТЭЦ существенно различаются между собой. Первые установки относятся к так называемым чистым электростанциям, вырабатывающим только электрический ток. ТЭЦ расшифровывается как теплоэлектроцентраль и является разновидностью ТЭС. Данные установки не только генерируют электричество, но и являются тепловыми, то есть дают тепло в системы отопления и горячего водоснабжения.

В процессе горения топлива создается тепло, нагревающее воду в паровом котле. Происходит образование насыщенного пара, подаваемого в паровую турбину через паропровод. Далее тепловая энергия

становится механической. Вал и остальные движущиеся части турбины связаны между собой и представляют единое целое. Струя пара под высоким давлением и при высокой температуре выходит из сопел и воздействует на лопатки турбины. Закрепленные на диске, они начинают вращаться и приводят в движение вал, соединенный с генератором. В результате вращения происходит преобразование механической энергии в электрический ток. Пройдя через паровую турбину, пар снижает свою температуру и давление. Далее он попадает в конденсатор и прокачивается по трубкам, охлаждаемым водой. Здесь пар окончательно превращается в воду и поступает в деаэратор для очистки от растворенных газов. Очищенная вода с помощью насоса подается в котельную установку через подогреватель.

ЛИТЕРАТУРА

1. Рыжкин, В.Я. Тепловые электрические станции: учебник для вузов под ред. В. Я. Гиршфельда / В. Я. Рыжкин. – 3-е изд., перераб. и доп. – М. : Энергоатомиздат, 1987. – 328 с.

УДК 621.311.22

ОСНОВНЫЕ ВИДЫ ТОПЛИВА ДЛЯ ТЕПЛОВЫХ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ

Бежелев В. Р., студ., **Зеленый П. В.**, канд. техн. наук, доц.,
Белорусский национальный технический университет,
г. Минск, Республика Беларусь

Уголь – одним из основных источников энергии в повседневной жизни и производственной деятельности людей. Широкое распространение данного вида топлива стало возможным благодаря его доступности. Во многих месторождениях его добыча ведется открытым образом (не в шахтах) благодаря расположению в нескольких метрах от поверхности земли. Эта добыча отличается более дешевой. Кроме того, уголь не требует каких-то особых условий хранения и складировается в обычные кучи неподалеку от объекта. Промышленное использование угля началось в конце 18-го века. В дальнейшем, когда

появился железнодорожный транспорт, уголь стал источником движущей силы для паровозов. Позднее он стал применяться на первых тепловых электростанциях, построенных в конце 19-го века. Многие ТЭС и в настоящее время работают на угле.

Вторым после угля по своей значимости является природный газ, используемый многими ТЭС. Данный вид топлива обладает несомненными преимуществами. Вредные выбросы, отравляющие атмосферу, значительно ниже, чем при сжигании угля, особенно бурого. После сжигания не остается побочных продуктов в виде шлака или золы. Эксплуатация ТЭС на газе становится значительно проще, поскольку в этом случае не требуется приготовление угольной пыли. Газу не требуется какая-либо специальная подготовка, и он сразу готов к использованию.

Названы виды топлива, которые являются основными и широко распространены, хотя это может быть также мазут, торф и многое другое.

ЛИТЕРАТУРА

1. Рыжкин, В. Я. Тепловые электрические станции: учебник для вузов под ред. В. Я. Гиршфельда / В. Я. Рыжкин. – 3-е изд., перераб. и доп. – М. : Энергоатомиздат, 1987. – 328 с.

УДК 629.11.012.325.5(088.8)

АНАЛИЗ КОНСТРУКЦИИ СДВОЕННОГО БОРТОВОГО РЕДУКТОРА ДЛЯ СТАБИЛИЗАЦИИ ПОЛОЖЕНИЯ ВНЕДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТНОГО СРЕДСТВА

Мельникович В. В., магистрант,
Зеленый П. В., канд. техн. наук, доц.,
Белорусский национальный технический университет,
г. Минск, Республика Беларусь

Во внедорожных условиях пересеченной местности необходимо обеспечивать устойчивость транспортного средства к опрокидыванию. С этой целью его колеса перемещают по высоте, например,

сдвоенными бортовыми редукторами [1]. Основная часть редуктора поворачивается гидравлическим цилиндром. Крепящаяся к нему вторая часть редуктора, несущая опорное колесо, поворачивается на ней тягой. Этот согласованный поворот частей сдвоенного редуктора обеспечивает перемещение колеса практически по вертикали.

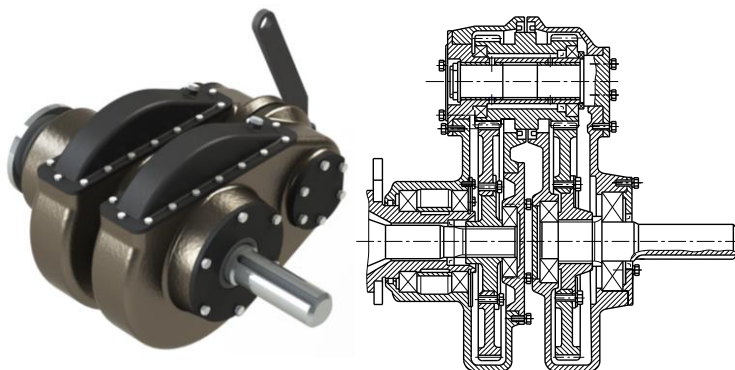


Рисунок 1 – Сдвоенный бортовой редуктор для стабилизации остова трактора в поперечной плоскости

ЛИТЕРАТУРА

1. А. с. 745760 СССР, МПК В 62 В 49/08 Бортовой редуктор колесного крутосклонного транспортного средства / И. П. Ксенович [и др.] СССР). – 2610592/27-11; заявлено 03.05.78; опубл. 07.07.80. Бюл. 25.

ОСНОВНОЕ УСТРОЙСТВО И ПРИМЕНЕНИЕ АКПП В ВОЕННОМ МАШИНОСТРОЕНИИ

Дорошенко Т. А., курсант, **Толстик И. В.**, ст. преп.,
Белорусский национальный технический университет,
г. Минск, Республика Беларусь

В 21 веке, к сожалению, люди стремятся не напрягаться лишний раз. Поэтому все больше водителей переходят на коробки-автомат и выбирают машины, которые требуют от них минимум участия. Да и производители авто медленно, но уверенно роботизируют автомобили, так что, чистая механика скоро будет только для ценителей.

Что же такое коробка-автомат? Классическая АКПП состоит из: гидротрансформатора, масляного насоса, планетарного редуктора и электронной системы управления. Они же в свою очередь состоят из насосного и турбинного колёс, реактора, шестерён, набора муфт и фрикционов, датчиков, гидроблока и рычага селектора. Это основные элементы и они всегда одинаковы. Электроника существенно расширила возможности автоматических коробок. К классическим преимуществам гидромеханических АКПП добавились новые – это и разнообразие режимов, и способность самодиагностики, и возможность адаптации под стиль вождения и выбор режима вручную.

Министерство обороны РФ сделало государственный заказ заводу «Урал» в Миассе и КамАЗу на постройку совершенно новых бронированных автомобилей. Два завода на совершенно новой базе с применением автоматических коробок передач производства белорусского МЗКТ и американского «Allison» построили совершенно новые бронеавтомобили. Предприятия остались верны своим традициям: камазовцы выпустили бескапотную версию «Тайфун–К», а уральцы – капотную «Тайфун–У». Эти автомобили сделали прорыв в военном машиностроении, они привнесли в данный класс автомобилей необходимый комфорт.

ЛИТЕРАТУРА

1. АКПП: принципиальное устройство и принцип работы [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://sto.ms/akpp-principialnoe-ustrojstvo-i-princzip-raboty>. – Дата доступа: 21.04.2022.

УДК 629.11.012.325.5(088.8)

ВИРТУАЛЬНЫЙ МАКЕТ БОРТОВОГО РЕДУКТОРА С ИЗМЕНЯЕМОЙ ГЕОМЕТРИЕЙ ДЛЯ ХОДОВОЙ СИСТЕМЫ ТРАНСПОРТНОГО СРЕДСТВА

Мельникович В. В., магистрант,
Зеленый П. В., канд. техн. наук, доц.,
Белорусский национальный технический университет,
г. Минск, Республика Беларусь

Обычные бортовые редукторы транспортных средств крепятся снаружи к корпусу трансмиссии заднего моста увеличивают крутящий момент и несут на своих выходных валах (полуосях) ведущие колеса. Менее известные сдвоенные бортовые редукторы с изменяемой геометрией, обеспечивают также и перемещение по высоте полуоси, несущей ведущее колесо, для корректировки положения транспортного средства на наклонной поверхности.

Траектория перемещения несущей полуоси, обеспечиваемая относительным поворотом частей такого редуктора, зависит от ряда конструктивных параметров, не исследована и далека от оптимальной. Цель – исследовать на виртуальном макете бортового редуктора геометрию редуктора и влияние его конструктивных параметров на траекторию перемещения несущей полуоси для их оптимизации.

Задачи: проанализировать конструктивные особенности бортовых редукторов; проанализировать конструктивные особенности бортовых редукторов с изменяемой геометрией и область их применения с целью выбора оптимальной конструкции; разработать виртуальную модель бортового редуктора с изменяемой геометрией средствами 3D-графики; провести исследование влияния геометрических параметров бортового редуктора на траекторию перемещения несущей полуоси; разработать рекомендации по оптимизации параметров бортовых редукторов с изменяемой геометрией.

ЛИТЕРАТУРА

1. Унификация и агрегатирование в проектировании тракторов и технологических комплексов: учеб. пособие / В. П. Бойков, А. М. Сологуб, Ч. И. Жданович, П. В. Зелёный. – Мн.: Адукацыя і выхаванне, 2003. – 400 с.

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ МЕТОДОВ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ЗУБЧАТЫХ КОЛЁС

Ласовский А. В., студ., **Коноплицкая И. А.**, ст. преп.,
Белорусский национальный технический университет,
г. Минск, Республика Беларусь

Заготовки зубчатых колес получают литьем, ковкой в штампах или свободной ковкой в зависимости от материала, формы и размеров. Зубья колес изготавливают накатыванием, нарезанием, режущим литьем.

Накатывание зубьев применяется в массовом производстве. Если необходимо, заготовку нагревают токами высокой частоты до температуры пластического состояния, а затем обкатывают между колесами-накатниками. При этом на заготовке выдавливаются зубья.

Часто зубчатые колеса, получаемые литьем без дополнительной обработки зубьев, имеют сравнительно невысокую точность.

Существует два метода нарезания зубьев на заготовках зубчатых колес. Метод копирования – малопроизводительный, применяется преимущественно в ремонтном деле. Этот метод заключается в последовательном фрезеровании впадин между двумя зубьями.

Главный недостаток – большая номенклатура применяемого инструмента.

Метод обкатки (огибания) заключается в том, что режущему инструменту и заготовке сообщается такое же относительное движение, которое совершают зубчатые колеса, находящиеся в зацеплении.

Одним инструментом изготавливают колеса с различными числами зубьев, что сокращает номенклатуру зуборезного инструмента.

ЛИТЕРАТУРА

1. Теория механизмов и машин / В. П. Гилета [и др.]. – Новосибирский государственный технический университет, 2008.

УДК 629.11.012.325.5(088.8)

АНАЛИЗ ГЕОМЕТРИИ СДВОЕННОГО БОРТОВОГО РЕДУКТОРА ДЛЯ СТАБИЛИЗАЦИИ ПОЛОЖЕНИЯ ВНЕДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТНОГО СРЕДСТВА

Мельникович В. В., магистрант,
Зеленый П. В., канд. техн. наук, доц.,
Белорусский национальный технический университет,
г. Минск, Республика Беларусь

Бортовой редуктор для передачи крутящего момента на ведущее колесо, но и для его перемещения по высоте, имеет особую геометрию (рисунок 1). Одна из его частей установлена на рукаве заднего моста трактора с возможностью поворота, и связана с силовых гидравлическим цилиндром, который его удерживает в необходимом положении или поворачивает в другое положение. Вторая часть редуктора шарнирно связана с первой частью и кинематически связана посредством рычага и тяги. В результате, при повороте первой части редуктора силовым цилиндром (например, по часовой стрелке), вторая часть редуктора согласовано поворачивается в противоположном направлении – против часовой стрелки. Суммируясь, оба движения обеспечивают перемещение несущей полуоси (выходного вала редуктора) и установленного на нем колеса по траектории, близкой к вертикали, что и необходимо для удержания остова трактора в вертикальном положении на поперечном склоне.

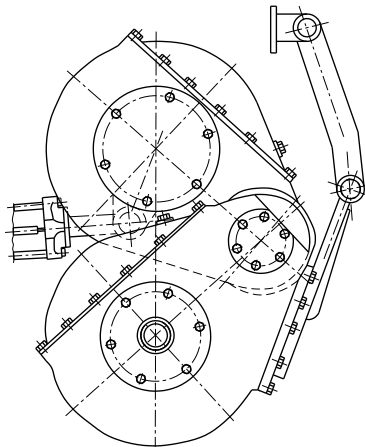


Рисунок 1. – Сдвоенный бортовой редуктор

ЛИТЕРАТУРА

1. Унификация и агрегатирование в проектировании тракторов и технологических комплексов: Учеб. пособие / В. П. Бойков, А. М. Сологуб, Ч. И. Жданович, П. В. Зелёный. – Мн. : Адукацыя і выхаванне, 2003. – 400 с.

УДК 631. 372:629.114

МОДЕЛИРОВАНИЕ ГЕОМЕТРИИ РАБОЧИХ ХОДОВ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ МАШИНОТРАКТОРНЫХ АГРЕГАТОВ С УЧЕТОМ РЕЛЬЕФА МЕСТНОСТИ

Мождзер Г. Д., магистрант, **Зеленый П. В.**, канд. техн. наук, доц.,
Белорусский национальный технический университет,
г. Минск, Республика Беларусь

Актуальность темы. Земельные ресурсы и их важнейший компонент – почвы являются основным природным и национальным богатством Беларуси, от эффективности использования и охраны которого во многом зависит социально-экономическая и экологическая ситуация в стране. Одной из актуальных экологических проблем Беларуси является охрана и устойчивое неистощимое использование земель. Деградация земель в различных ее формах обусловлена как природными факторами, так и деятельностью человека, несоблюдением норм и правил рационального использования и охраны. Деградация земель/почв проявляется в ухудшения свойств почв, особенно торфяных, при сельскохозяйственном их использовании, их затопления и подтопления. Использование сельскохозяйственной техники, необходимой для распашки почв, уборки урожая и других работ оказывает механическое воздействие на почву, приводит к ее уплотнению, разрушению структуры, увеличению в ней тонкодисперсных частиц, что способствует развитию водной и ветровой эрозии. Правильная система ведения земледелия в хозяйстве служит залогом сохранения богатства, а именно почвенного плодородия. Эрозионные процессы наиболее выражены на землях сельскохозяйственного использования, что обусловлено постоянной трансформацией верхнего

горизонта почв в результате их распашки. Цель и задачи исследования: исследование и разработка навигационного прибора, направляющего сельскохозяйственные механизмы при вспашке полей по горизонталям рельефа, чтобы снизить пагубное влияние затопления земель.

Задачи: исследовать современные навигационные технологии и стратегии интеллектуальных транспортных систем; сделать обзор навигационных, информационных и коммуникационных технологий на транспорте; провести анализ и разработку алгоритмов создания навигационной системы для сельскохозяйственных машин.

УДК 332.62:330.322:711.58(035.3)

ВЛИЯНИЕ РЕЛЬЕФА МЕСТНОСТИ НА ВОДНЫЕ ЭРОЗИОННЫЕ ПРОЦЕССЫ

Мождзер Г. Д., магистрант, **Зеленый П. В.**, канд. техн. наук, доц.,
Белорусский национальный технический университет,
г. Минск, Республика Беларусь

Рельеф Беларуси сформировался под влиянием деятельности последних оледенений четвертичного периода, и в последующем пре-



Рисунок 1 – Предпосылки эрозии сельхозугодий

образовался под влиянием протекающих геоморфологических процессов и деятельности человека. Он представляет собой чередование обширных возвышенностей, равнинных территорий и низменностей. Абсолютные высоты колеблются от 85 м до 346 м. Большое влияние на развитие эрозии оказывает крутизна и длина склона. Предпосылки для заметного смыва почвы создаются уже при уклонах в 2–3 °, а это половина всех сельскохозяйственных угодий Беларуси. Распашка склонов в 10–12 ° уже нецелесообразна из-за сильного смыва почв. Смыв почвы усили-

вается с увеличением длины склона. Характер и интенсивность эрозионных процессов зависит также от формы поверхности склонов, среди которых различают: выпуклые, вогнутые, прямые. Наибольший смыв почв наблюдается на выпуклых склонах (в нижних частях); наименьший – на вогнутых. Многие склоны имеют сложную форму – частью выпуклую, частью вогнутую, прямую или террасированную. Участки разной интенсивности смыва в этих случаях чередуются в зависимости от крутизны склонов. На выпуклых и прямых склонах смыв почвы происходит преимущественно в нижних частях, на вогнутых – в верхних. Около 50 % пахотных земель республики расположено на склонах, которые по крутизне подразделяются следующим образом: от 1 до 3° – 38,6 %, от 3,1 до 5° – 7 %, от 5,1 до 7° – 1,2 % и свыше 7° – 0,7 %.

ЛИТЕРАТУРА

1. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://elib.bsu.by/bitstream/123456789/37258/1/tema4.pdf>. – Дата доступа: 12.04.2022.

УДК 631.51.014

ОПТИМИЗАЦИЯ ГЕОМЕТРИИ ПОВЕРХНОСТИ ЛЕМЕШНО-ОТВАЛЬНЫХ СИСТЕМ ПЛУГОВ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ УСЛОВИЙ И РЕЖИМОВ ПАХОТЫ

Можджер Г. Д., магистрант, **Зеленый П. В.**, канд. техн. наук, доц.,
Белорусский национальный технический университет,
г. Минск, Республика Беларусь

Актуальность темы. Земельные ресурсы и их важнейший компонент – почвы являются основным природным и национальным богатством Беларуси, от эффективности использования и охраны которого во многом зависит социально-экономическая и экологическая ситуация в стране. Одной из актуальных экологических проблем Беларуси является охрана и устойчивое неистощимое использование земель. Деградация земель в различных ее формах обусловлена как

природными факторами, так и деятельностью человека, несоблюдением норм и правил рационального использования.

Немаловажную роль в этом играет ежегодная обработка полей, особенно, основной ее вид – отвальная вспашка. На качество вспашки влияет как конструкция плугов в целом, но, прежде всего, конструкция рабочих органов для подрезания оборота пласта почвы – лемешно-отвальной системы. Ее совершенствование позволит улучшить как агротехнические показатели пахоты, так и позволит снизить пагубное влияние этого основного вида почвообработки на деградацию полей.

Цель работы. Исследование и разработка оптимальных геометрических параметров лемешно-отвальной системы оборотных плугов в зависимости от рельефных условий и режимов пахоты.

Задачи исследований. Исследовать современные конструкции оборотных плугов для отвальной вспашки; исследовать геометрические параметры лемешно-отвальных систем оборотных плугов; разработать модель лемешно-отвальной системы оборотного плуга в 3D-графике; провести геометрическое моделирование влияния геометрических параметров лемешно-отвальной системы на агротехнические и противоэрозионные показатели основного вида обработки почвы – отвальной вспашки; разработать технические предложения по созданию лемешно-отвальной системы оборотных плугов с изменяемой геометрией.

ТРАЕКТОРИЯ ДВИЖЕНИЯ МАШИННО-ТРАКТОРНОГО АГРЕГАТА И ВОДНАЯ ЭРОЗИЯ ПОЧВЫ

Мождзер Г. Д., магистрант, **Зеленый П. В.**, канд. техн. наук, доц.,
Белорусский национальный технический университет,
г. Минск, Республика Беларусь

В Беларуси большая часть сельскохозяйственных технологических операций выполняется в сложных рельефных условиях – со склонами до 10 град. Это и неравномерная влажность по длине склона, достигающая 3-кратных значений и меняется в течение вегетационного периода растений.



Рисунок 1 – Эрозия почвы вследствие образования колеи вдоль склона местности при подкормке растений

Имеет место также глубокая колея от ходовой системы машинно-тракторного агрегата и отклонение траектории его движения от горизонталей местности. Все эти факторы вкуче способствуют развитию водной эрозии – смыву плодородного слоя. Технологии с.-х. производства и конструкции машин могут провоцировать развитие таких процессов. Для их уменьшения необходимо внедрять инновационные технологии обработки почвы, направленные, пре-

имущественно, на организацию движения машинно-тракторных агрегатов вдоль горизонталей местности. Допустимое отклонение от них должно составлять 0,02–0,08 рад. Такими качествами обладают тракторы с автоматически изменяемой геометрией ходовой системы, стабилизирующейся в вертикальном положении.

ЛИТЕРАТУРА

1. Яцкевич, В.В. Влияние траектории движения машинно-тракторного агрегата на эрозию почвы / В. В. Яцкевич, П. В. Зелёный // Наука и техника : международный научно-технический журнал, 2013. – № 6. – С. 49–56.

ИСТОРИЯ ВОЗНИКНОВЕНИЯ И ПРИМЕНЕНИЯ ДВУХТАКТНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ С ДЕФЛЕТОРАМИ НА ПОРШНЕ

Макаревич Ю. А., студ., **Евдокимова В. С.**, ст. преп.,
Тявловская Т. М., ст. преп.,
Белорусский национальный технический университет,
г. Минск, Республика Беларусь

С двухтактными двигателями связана значимая часть нашей промышленности, а именно, с Минским «Мотовело». Как и у большинства советских мотоциклов, у минского мотоцикла корни шли из Германии (Саксония) в 1932 году на фирме «DKW» [1].

В СССР на фоне наращивания автомобильной промышленности в 20-ые годы уже выпускались лёгкие мотоциклы, оснащённые двигателями фирмы «SACHS» или их аналогами. Например, мотоциклы «Нёман», «Киевлянин», «Красный Октябрь Л300». Их двигатели оснащались дефлекторными поршнями, были достаточно сложными и малоресурсными.

После войны, в 1945 году, в Москве и Коврове (Завод имени Дегтярёва) был налажен выпуск лёгких мотоциклов по чертежам и на оборудовании, вывезенном из Германии. Они являлись практически точной копией довоенного «DKW», в силу достаточно удачной на то время конструкции. В 1951 году производство было перенесено на Минский «Мотовело», который выпускает лёгкие мотоциклы и по сей день. Тем временем, к 50-м годам двигатели с «гребневидными» поршнями окончательно ушли в прошлое, ЗИД (Завод имени Дегтярёва) перешел на выпуск более мощных 175-кубовых мотоциклов, а история ММВЗ продолжается до сих пор. В данное время многие производители вернулись к поршням с дефлектором, как в автмотоспорте, так и в серийно выпускаемой технике с бензиновыми либо дизельными двигателями, с целью улучшения характеристик двигателя, экономии топлива, повышения ресурса, мощности, увеличения степени сжатия.

ЛИТЕРАТУРА

1. DKW RT 125 W [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.dkw-motorraeder.de/motorrad/dkw+rt+125+w.html>. – Дата доступа: 08.04.2022.

УДК 629.366.001.61(075.8)

АГРЕГАТНАЯ ТЕХНИЧЕСКАЯ КОНЦЕПЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ТРАКТОРНОГО ШАССИ

Мождзер Г. Д., магистрант, **Зеленый П. В.**, канд. техн. наук, доц.,
Белорусский национальный технический университет,
г. Минск, Республика Беларусь

Тракторное шасси типа Т-16М как техническая концепция в тракторостроении предоставляла огромные возможности по созданию различных рациональных агрегатов, в том числе и комбинированных (рисунок 1).



Рисунок 1 – Самоходная машина для раздачи кормов

Их суть заключалась в подходе на принципах агрегатного проектирования к созданию на ограниченные средства в короткие сроки

новой машины. Благодаря компактному размещению силовой установки и поста управления шасси на ведущем мосту без особых проблем впереди расположенная рама с управляемыми колёсами была заменена пристыкованным сзади серийным кормораздатчиком.

ЛИТЕРАТУРА

1. Унификация и агрегатирование в проектировании тракторов и технологических комплексов: учеб. пособие / В. П. Бойков, А. М. Сологуб, Ч. И. Жданович, П. В. Зелёный. – Мн. : Адукацыя і выхаванне, 2003. – 400 с.

УДК 629.113

АЭРОДИНАМИЧЕСКОЕ СОПРОТИВЛЕНИЕ АВТОМОБИЛЯ

Витецкая Г. Ю., студ., **Зелёный П. В.**, канд. техн. наук, доц.,
Белорусский национальный технический университет,
г. Минск, Республика Беларусь

Аэродинамическое сопротивление автомобиля обусловлено движением последнего с некоторой относительной скоростью в окружающей воздушной среде. Среди всех сил, составляющих сопротивление движению автомобиля, эта представляет наибольший интерес в свете всевозрастающих скоростей передвижения транспортных средств. Дело все в том, что уже при скорости движения 50–60 км/час она превышает любую другую силу сопротивления движению автомобиля, а в районе 100–120 км/час превосходит всех их вместе взятых.

Сразу хотелось бы отметить, что на сегодняшний день не существует методик теоретического расчета силы аэродинамического сопротивления, а поэтому ее величину возможно определить только экспериментально. Конечно, неплохо было бы еще на стадии проектирования произвести количественную оценку аэродинамики автомобиля и изменяя определенным образом форму кузовных деталей оптимизировать ее. Но, увы, решить данную задачку оказалось не так

просто. Найти выход из сложившейся ситуации, конечно же, пытались. В частности, путем создания каталогов, где значению аэродинамического сопротивления объекта ставились в соответствие основные параметры его формы. Такой подход оправдывает себя лишь в случаях его применения к относительно простым в аэродинамическом смысле телам. Число же параметров, описывающих геометрию легкового автомобиля, слишком велико, и отдельные поля потоков находятся в весьма сложном взаимодействии друг с другом, так что и в этом случае попытка приручить аэродинамику провалилась.

ЛИТЕРАТУРА

1. Аэродинамика автомобиля / под ред. В. Г. Гухо; Пер. с нем. Н. А. Юниковой; под ред. С. П. Загородникова. – М. : Машиностроение, 1987. – 424 с.

УДК 62-242.2

ОСОБЕННОСТИ КОНСТРУКЦИИ ПОРШНЯ С ДЕФЛЕКТОРОМ ДВУХТАКТНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ

Макаревич Ю. А., студ., **Евдокимова В. С.**, ст. преп.,
Тявловская Т. М., ст. преп.,
Белорусский национальный технический университет,
г. Минск, Республика Беларусь

Двухтактный двигатель – это двигатель внутреннего сгорания, в котором рабочий цикл состоит из одного оборота коленвала, т. е. за 2 хода поршня.

В двухтактном двигателе роль подачи топлива берёт на себя кривошипно-шатунная камера и продувочные окна цилиндра, однако, 100 лет назад, в силу несовершенства конструкции, роль поршня также была высока.

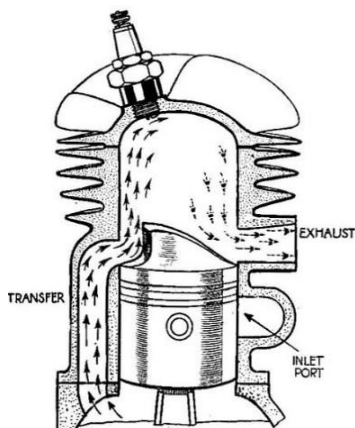


Рисунок 1 – Двигатель с поршнем с дефлектором

На заре автомобилестроения двигатели такого типа оснащались поршнями с «гребнем» – дефлектором, для лучшего завихрения горючей смеси, однако поршень получался тяжёлым, служил концентратором нагрева, имел неравномерное тепловое расширение, его изготовление было достаточно трудоёмким, а двигатель, соответственно, имел низкую мощность и малый ресурс [1].

В данное время многие производители вернулись к поршням с дефлектором, как в автоспорте, так и в серийно выпускаемой технике с бензиновыми либо дизельными двигателями, с целью улучшения характеристик двигателя, экономии топлива, повышения ресурса, мощности, увеличения степени сжатия.

ЛИТЕРАТУРА

1. Двухтактный двигатель // Большая советская энциклопедия: [в 30 т.] / гл. ред. А. М. Прохоров. – 3-е изд. – М.: Советская энциклопедия, 1969 – 1978.

РАЗНОВИДНОСТИ ТОРМОЗНЫХ СИСТЕМ АВТОМОБИЛЯ

Жданов Д. М., студ., **Клоков Д. В.**, канд. техн. наук, доц.,
Тявловская Т. М., ст. преп.

Белорусский национальный технический университет,
г. Минск, Республика Беларусь

В повседневной жизни стал необходим такой вид транспорта как автомобиль. С этим появляются все чаще разные виды легковых автомобилей с разными видами деятельности: от семейный микроавтобусов до спортивных седанов.

И так на данный момент существуют 2 типа тормозной системы: барабанная и дисковая. Барабанная система использовалась и используется в наше время, но ее можно назвать «прошлым веком», так как сами колодки, барабаны часто перегреваются за счет этого эффективность торможения низкая. Дисковая тормозная система используется по сей день.

Опять же такую тормозную систему можно поделить на 2 подгруппы: это металлические тормозные диски и карбоно-керамические тормозные диски.

Обычные металлические тормозные диски используются во многих автомобилях и предназначены для повседневной эксплуатации автомобиля. Карбоно-керамика используется в спортивных автомобилях, где нужно от тормаживаться с высоких скоростей достаточно быстро. Карбоно-керамика намного эффективнее предыдущих тормозных систем, за счет большой силы трения тормозных колодок с тормозными дисками.

Однако в современном мире позволить карбоно-керамические тормоза могут не все, так как их цена и обслуживание очень дорогое.

ЛИТЕРАТУРА

1. Савич, Е. Л. Устройство автомобилей: учебное пособие для учащихся учреждений образования, реализующих образовательные программы среднего специального образования по специальностям «Техническая эксплуатация автомобиля», «Автосервис» / Е. Л. Савич, А. С. Гурский, Е. А. Лагун. – Минск : РИПО, 2020. – 448 с.

СОСТАВЛЯЮЩИЕ АЭРОДИНАМИЧЕСКОГО СОПРОТИВЛЕНИЯ АВТОМОБИЛЯ

Витецкая Г. Ю., студ., **Зеленый П. В.**, канд. техн. наук, доц.,
Белорусский национальный технический университет,
г. Минск, Республика Беларусь

Применительно к автомобильной технике аэродинамическое сопротивление можно представить, как сумму нескольких его составляющих. К ним относятся: сопротивление формы; сопротивление трения о наружные поверхности; сопротивление, вызываемое выступающими частями автомобиля; внутреннее сопротивление.

Сопротивление формы еще называют сопротивлением давления или лобовым сопротивлением. Сопротивление формы является основной составляющей сопротивления воздуха, оно достигает 60 % общего. Механизм возникновения этого вида сопротивления следующий. При движении транспортного средства в окружающей воздушной среде происходит сжатие набегающего потока воздуха в передней части автомобиля. В результате здесь создается область повышенного давления. Под его влиянием струйки воздуха устремляются к задней части автомобиля. Скользя по его поверхности, они обтекают контур транспортного средства. Однако в некоторый момент начинает проявляться явление отрыва элементарных струек от обтекаемой ими поверхности и образования в этих местах завихрений. В задней части автомобиля воздушный поток окончательно срывается с кузова транспортного средства. Это способствует образованию здесь области пониженного давления, куда постоянно осуществляется подсос воздуха из окружающего воздушного пространства. Классической иллюстрацией наличия зоны пониженного давления является пыль и грязь, оседающие на элементы конструкции задней части транспортного средства. За счет различия давлений воздуха впереди и сзади автомобиля создается сила лобового сопротивления.

ЛИТЕРАТУРА

1. Аэродинамика автомобиля / под ред. В. Г. Гухо: пер. с нем. Н. А. Юниковой; под ред. С. П. Загородникова. – М.: Машиностроение, 1987. – 424 с.

УДК 621.165.5

ТИПЫ ПАРОВЫХ ТУРБИН И ОБЛАСТИ ИХ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ

Главнов К. С., студ., **Зеленый П. В.**, канд. техн. наук, доц.,
Белорусский национальный технический университет,
г. Минск, Республика Беларусь

Из большого разнообразия паровых турбин, прежде всего можно выделить турбины транспортные и стационарные.

Транспортные паровые турбины чаще всего используются для привода гребных винтов крупных судов.

Стационарные паровые турбины – это турбины, сохраняющие при эксплуатации неизменным свое местоположение.

По назначению различают турбины энергетические, промышленные и вспомогательные.

Энергетические турбины служат для привода электрического генератора, включенного в энергосистему, и отпуска тепла крупным потребителям, например, жилым районам, городам и т. д. Их устанавливают на крупных ГРЭС, АЭС и ТЭЦ. Энергетические турбины характеризуются, прежде всего, большой мощностью, а их режим работы – постоянной частотой вращения, определяемой постоянством частоты сети.

Промышленные турбины также служат для производства тепловой и электрической энергии, однако их главной целью является обслуживание промышленного предприятия, например, металлургического, текстильного, химического, сахароваренного и др. Мощность промышленных турбин существенно меньше, чем энергетических.

Вспомогательные турбины используются для обеспечения технологического процесса производства электроэнергии – обычно для привода питательных насосов и воздуходувок котлов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Моторин, А. В. Паровые турбины: Учебное пособие в 2-х томах / А. В. Моторин, И. В. Распопов, И. Д. Фурсов. – Барнаул: Изд-во АлтГТУ, 2004.

УДК 621.165.5

КЛАССИФИКАЦИЯ ПАРОВЫХ ТУРБИН

Артемко Т. О., студ., **Зеленый П. В.**, канд. техн. наук, доц.,
Белорусский национальный технический университет,
г. Минск, Республика Беларусь

По виду энергии, получаемой от паровой турбины, их делят на конденсационные и теплофикационные.

В конденсационных турбинах (типа К) пар из последней ступени отводится в конденсатор, они не имеют регулируемых отборов пара. Главное назначение конденсационных турбин – обеспечивать производство электроэнергии, поэтому они являются основными агрегатами мощных ТЭС и АЭС. Их мощность 1000–1500 МВт.

Теплофикационные турбины имеют один или несколько регулируемых отборов пара, в которых поддерживается заданное давление. Они предназначены для выработки тепловой и электрической энергии, и мощность самой крупной из них составляет 250 МВт.

По используемым начальным параметрам пара паровые турбины можно разделить на турбины докритического (90,130 и 180 атмосфер) и сверхкритического (240 атм.) начального давления, перегретого и насыщенного пара

По зоне использования турбин в графике электрической нагрузки паровые турбины можно разделить на базовые и полупиковые. Базовые турбины работают постоянно. Полупиковые турбины создаются для работы с периодическими остановками.

По частоте вращения турбины делятся на быстроходные и тихоходные. Первые имеют частоту вращения, равную 50 об/с. Вторые в нашей стране имеют частоту вращения 1500 об/мин = 25 об/с.

По числу валопроводов различают одновальные (имеющие один валопровод – соединенные муфтами роторы отдельных цилиндров и генератора) и двухвальные (имеющие два валопровода каждый со своим генератором и связанные только потоком пара).

ЛИТЕРАТУРА

1. Моторин, А. В. Паровые турбины: Учебное пособие в 2-х томах / А. В. Моторин, И. В. Распопов, И. Д. Фурсов. – Барнаул: Изд-во АлтГТУ, 2004.

УДК 658.512.2

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ОБОРУДОВАНИЯ ОБРАЩЕНИЯ С ПРОМЫШЛЕННЫМИ ОТХОДАМИ

Денисюк И. Д., магистрант, **Клоков Д. В.**, канд. техн. наук, доц.,
Белорусский национальный технический университет,
г. Минск, Республика Беларусь

Промышленное загрязнение окружающей среды конкретными предприятиями, расположенными в густонаселенных районах, принимает глобальные масштабы. Экологические проблемы необходимо рассматривать в контексте конкретного вреда определенного вида производств, создающих угрозу здоровью человека.

Лакокрасочные материалы являются одним из самых опасных видов токсичных промышленных отходов.

Обезвреживание отходов – уменьшение массы отходов, изменение их состава, физических и химических свойств, включая сжигание или обеззараживание на специализированных установках в целях снижения негативного воздействия отходов на здоровье человека и окружающую среду [1].

При проектировании новых технологий лакокрасочных работ и соответствующего оборудования следует из цикла максимально возможно удалить человека несмотря на то, что сегодня полностью отказаться от ручного труда не представляется возможным. Современный уровень развития производительных сил в промышленности создает предпосылки автоматизированного проектирования оборудования не только для процесса покраски, но и для обезвреживания и полного уничтожения токсичных отходов путем полного или частичного сжигания, как основного на сегодня надежного способа [2].

ЛИТЕРАТУРА

1. ИТС 15-2016. Информационно-технический справочник по наилучшим доступным технологиям: утилизация и обезвреживание отходов (кроме обезвреживания термическим способом (сжигание отходов)) / Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии. – М. : Бюро НДТ, 2016. – 208 с.

2. Белый, О.А. Экология промышленного производства: учебное пособие для вузов по металлургическим специальностям / О. А. Белый, Б. М. Немененок. – Минск : БНТУ, 2016. – 345 с.

УДК 629.5.01

ПРИМЕНЕНИЕ ИНЖЕНЕРНОЙ ГРАФИКИ В СУДОСТРОЕНИИ

Скачко А. А., студ., **Банад С. В.**, ст. преп.,
Тявловская Т. М., ст. преп.,
Белорусский национальный технический университет,
г. Минск, Республика Беларусь

Создание судна начинается с его проектирования, в процессе которого чертежи выполняются в соответствии с правилами выполнения чертежей судостроительной верфи.

Корпус судна с геометрической точки зрения представляет собой удлиненное тело, ограниченное сложной криволинейной поверхностью. Сложная поверхность корпуса судна не совмещается (не разворачивается) ни с одной из плоскостей проекций. Для задания поверхности судна служит теоретический чертеж, который должен дать точное представление о геометрической форме (обводах) судна. Теоретический чертеж есть графическое изображение теоретической поверхности корпуса судна на трех взаимно перпендикулярных плоскостях проекций. За основные плоскости проекции принимают:

- 1) диаметральною плоскость;
- 2) горизонтальная плоскость;
- 3) поперечно вертикальную плоскость.

Теоретический чертеж необходим для выполнения расчетов переходных качеств судна; определения обводов судна при разработке чертежей общего расположения и конструктивных корпусных чертежей.

Одним из основных проектных документов является схема разработки корпуса на секции, блоки. В зависимости от размеров судна указанная схема может быть выполнена в масштабе 1:100, 1:50 или 1:25. Исходными документами для разработки схемы служат теоретический чертеж, конструктивный чертеж и технологические указания.

Инженерная графика является обязательной и незаменимой дисциплиной, без которой не возможна подготовка ни одного технического специалиста, в том числе и в судостроении.

ЛИТЕРАТУРА

1. Александров, В. Л. Основы технологии судостроения: учебник для вузов водн. трансп. / В. Л. Александров [и др.] – СПб. : Судостроение, 1999. – 327 с.

ИСТОРИЯ РАЗВИТИЯ БРОНИРОВАННОЙ ВОЕННОЙ ТЕХНИКИ

Панасюк М. А., курсант, **Толстик И. В.**, ст. преп.,
Белорусский национальный технический университет,
г. Минск, Республика Беларусь

История развития бронетехники началась очень давно. Некоторые бронемашины уже не выглядят как грозное оружие, а всего лишь занимают своё историческое место в ряду развития бронетехники от самых первых попыток человека укрыться за твердой оболочкой до современных боевых машин пехоты, бронетранспортеров и танков. Предками современных бронемашин можно считать турусов, которые изобрели деревянную башню, обтянутую звериными шкурами. Боевую повозку, вооруженную пушками, создал Леонардо да Винчи, а подвижные защитные повозки с огнестрельным оружием – русский военный инженер И. Г. Выродков. В 1885 г. английский инженер Д. Коуэн покрыл бронёй остов парового автомобиля.

Для появления броневых автомобилей нужно было изобрести: автомобиль как таковой с компактным и достаточно мощным двигателем, легкое скорострельное автоматическое оружие и тонкую, но прочную броню. Автомобиль нуждался в компактном, легком при пуске и экономичном двигателе. Им стал двигатель внутреннего сгорания, работающий на жидком топливе созданный И. Костовичем для дирижабля. Американец Х. С. Максим изобрел пулемет, а русский техник В.С. Пятов изготовил броневые плиты способом прокатки.

В начале нашего века все три необходимых компонента были изобретены. «Моторные телеги» всё увереннее громыхали по булыжнику. Пулемёт Х. С. Максима был одобрен военными специалистами и принят на вооружение. На многих предприятиях научились изготавливать отменные броневые листы, оставалось только всё это соединить в единое целое, что еще на протяжении нескольких лет пытались осуществить в разных странах.

ЛИТЕРАТУРА

1. Военное дело. Стратегия. Обзор «История развития бронетехники» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.uznaem-kak.ru/istoriya-razvitiya-bronetekniki>. – Дата доступа: 04.04.2022.

УДК 621.824.43:744:621

СПОСОБЫ ЦЕНТРОВАНИЯ ШЛИЦЕВЫХ СОЕДИНЕНИЙ И ИХ ОБОЗНАЧЕНИЕ НА ЧЕРТЕЖАХ

Сенюта В. В., студ., Гончаренок О. П., ст. преп.,
Белорусский национальный технический университет,
г. Минск, Республика Беларусь

Шлицевые соединения – вид соединений валов со втулками по сопрягаемым поверхностям сложного профиля с выступами (шлицами) и впадинами. Они предназначены для передачи крутящего момента, обеспечивают хорошее центрирование втулки на валу, легкое относительное перемещение деталей вдоль оси.

В зависимости от формы профиля зубьев (шлиц) различают прямобочные, эвольвентные и треугольные шлицевые соединения.

Для прямобочных шлицевых соединений возможны три способа центрирования отверстий ступиц (втулок) колес или других деталей на шлицевом валу:

- по наружному диаметру шлицев D , при этом образуется радиальный зазор по внутреннему диаметру шлицев d (рисунок 1, а);
- по внутреннему диаметру d , при этом радиальный зазор будет по диаметру D (рисунок 1, б);

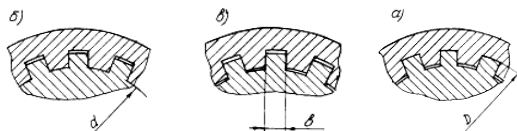


Рисунок 2 – Способы центрирования шлицевых прямобочных соединений
а – центрирование по D ; б – центрирование по d ; в – центрирование по b

– по боковым сторонам шлицев (размер b), в этом случае радиальные зазоры имеются по обоим диаметрам D и d (рисунок 1, в).

Обозначения шлицевых прямобочных соединений валов и втулок на чертежах должны содержать: букву, обозначающую поверхность центрирования; число зубьев и номинальные размеры d , D и b .

ЛИТЕРАТУРА

1. Бабулин, Н.А. Построение и чтение машиностроительных чертежей: учеб. пособие / Н. А. Бабулин. – Москва: Высш. шк., 1987. – 319 с.

УДК 621.73/.77:744:621

РАЗМЕРЫ ПОД КЛЮЧ И ОПРЕДЕЛЕНИЕ ДИАМЕТРА ЗАГОТОВКИ

Рудагин Д. С., студ., **Гончаренко О. П.**, ст. преп.,
Белорусский национальный технический университет,
г. Минск, Республика Беларусь

В соответствии с ГОСТ 6424-73 понятие «размер под ключ» определяется, как размеры зева (отверстия) ключей, конца ключей для изделий с углублением «под ключ» и размеры «под ключ» изделий повышенной, нормальной и грубой точности.

Стандарт устанавливает размеры зева (отверстия) ключей, конца ключей для изделий с углублением под ключ и размеры под ключ изделий повышенной, нормальной и грубой точности.

Определяющий размер квадратных, шестигранных болтов, гаек – это расстояние между параллельными гранями – размер «под ключ». Он соответствует требованиям ISO – Международной организации по стандартизации.

Стандартный ряд размеров «под ключ» (в мм): 5, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 14, 17, 19, 22, 24, 27, 30, 32, 36, 41, 46, 50, 55, 60, 65, 70, 75, 80 и т.д.

Приведем зависимости диаметров заготовок D_1 , D_2 , D_3 , D_4 от номинального размера S «под ключ» (рисунок 1):

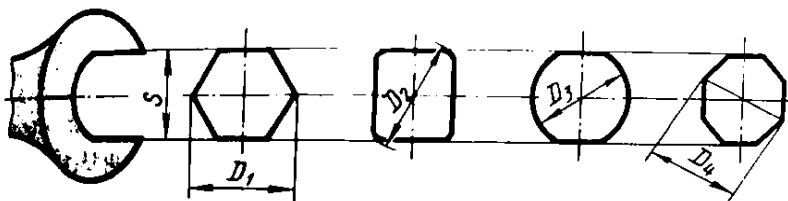


Рисунок 1 – Размеры под ключ и определение диаметра заготовки

$$D_1 = \frac{S}{0,866}; D_2 = \frac{S}{0,707}; D_3 = \frac{S}{0,850}; D_4 = \frac{S}{0,924}$$

ЛИТЕРАТУРА

1. Бабулин, Н.А. Построение и чтение машиностроительных чертежей: учеб. пособие / Н. А. Бабулин. – Москва: Высш. шк., 1987. – 319 с.

УДК 621.8:744.42:621

НАЛОЖЕННАЯ ПРОЕКЦИЯ: ОБОСНОВАНИЕ ПРИМЕНЕНИЯ

Троцкая А. Э., студ., **Гончаренок О. П.**, ст. преп.,
Белорусский национальный технический университет,
г. Минск, Республика Беларусь

При построении чертежа часть детали перед плоскостью сечения не показывается. В некоторых случаях на этой передней части необходимо показать элемент, который не показан в разрезе, для чего используется наложенная проекция.

Наложённая проекция – это изображение той части объекта, которая находится между наблюдателем и плоскостью сечения, нанесённое утолщённой штрихпунктирной линией непосредственно на разрезе (рисунок 1).

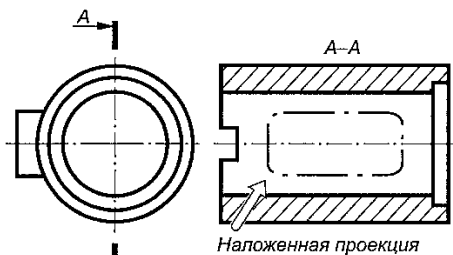


Рисунок 1 – Наложенная проекция

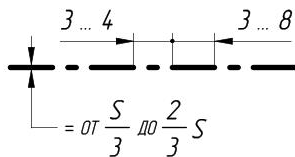


Рисунок 2 – Начертание и толщина утолщенной штрихпунктирной линии по ГОСТ 2.303 – 68 «Линии»

Толщина утолщенной штрихпунктирной линии выбирается в пределах от $s/3$ до $s/2$, а длина штрихов – от 3 до 8 мм (рисунок 2).

Наложенная проекция используется для сокращения количества изображений.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бабулин, Н.А. Построение и чтение машиностроительных чертежей: учеб. пособие / Н. А. Бабулин. – Москва: Высш. шк., 1987. – 319 с.

УДК 621.81:744:621

КЛАССИФИКАЦИИ ДЕТАЛЕЙ ПО РАЗЛИЧНЫМ ПРИЗНАКАМ В ИНЖЕНЕРНОЙ ГРАФИКЕ

Хамко Ю. А., студ., **Гончаренок О. П.**, ст. преп.,
Белорусский национальный технический университет,
г. Минск, Республика Беларусь

Детали машин можно разделить:

- по геометрическому признаку, принимая за основу форму детали;
- по технологическому признаку, принимая за основу технологический процесс изготовления деталей (точечные, литые и т. д.);

– по конструктивным признакам, рассматривая назначение и работу деталей в конструкциях (зубчатые колеса, кулачки и т. д.);
– по материалам, из которых они изготавливаются.

При изучении конструкции и создания чертежа детали обычно рассматривают, в зависимости от их формы с учетом способов изготовления по следующим признакам.

Чертеж деталей, имеющих форму тела вращения.

Чертеж деталей, изготовленных из листа. Плоские детали, изготовленные из листового материала, изображают, как правило, в одной проекции, определяющей контур детали.

Чертеж деталей, изготовленных литьем. Формообразование литьем позволяет получить достаточно сложную форму детали.

Литейные уклоны можно не изображать, а литейные радиусы должны быть изображены обязательно.

Чертеж пружин. На чертежах пружины вычерчивают условно. Витки винтовой цилиндрической или конической пружины изображают прямыми линиями, касательными к участкам контура.

Чертеж зубчатых колес.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бабулин, Н.А. Построение и чтение машиностроительных чертежей: учеб. пособие / Н.А. Бабулин. – Москва: Высш. шк., 1987. – 319 с.

УДК 744.42:621

ГАБАРИТНЫЕ ЧЕРТЕЖИ – ОСОБЕННОСТИ

Петракович С. С., студ., **Гончаренок О. П.**, ст. преп.,
Белорусский национальный технический университет,
г. Минск, Республика Беларусь

Габаритный чертеж – это документ, содержащий контурное (упрощенное), установочными и присоединительными размерами (рисунок 1).

При упрощении должны быть видны все выдвигающиеся, перемещающиеся, откидывающиеся составные части, а также различные петли, рычаги, каретки, крышки и т.п.

На габаритных чертежах должно присутствовать минимальное количество видов, однако в совокупности все они должны давать полное представление о том, каковыми являются общие черты изделия, как располагаются друг относительно друга все его составные части (в том числе и выдвигающиеся), а также где именно находятся те компоненты, которым необходимо постоянно быть в поле зрения.

Присоединительные и установочные размеры, обязательно указываются с предельными отклонениями, в отдельных случаях указываются координаты центров масс. То, что все размеры являются справочными, на габаритных чертежах не указывается.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бабулин, Н. А. Построение и чтение машиностроительных чертежей: учеб. пособие / Н.А. Бабулин. – Москва: Высш. шк., 1987. – 319 с.

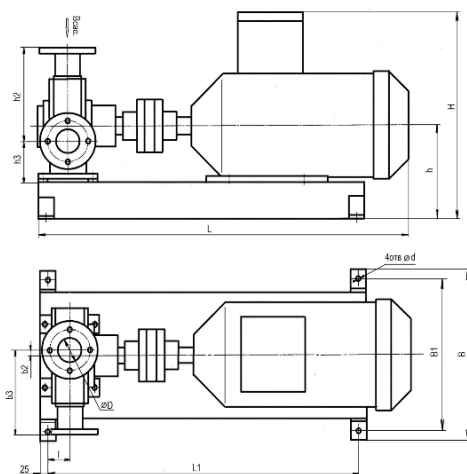


Рисунок 1 – Пример габаритного чертежа насосного агрегата

ОБОРУДОВАНИЕ ГОРНОДОБЫВАЮЩЕЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Керножицкий А. В., студ., **Дорогокупец Т. В.**, ст. преп.,
Белорусский национальный технический университет,
г. Минск, Республика Беларусь

Современное оборудование для горнодобывающей промышленности представляет собой мощные технологичные системы. В зависимости от того, выполняются ли работы над землей или под землей, ведется добыча металлов, угля или сырой нефти оборудование разделить на следующие типы: горные буры – необходимы для бурения скважин под взрывчатые вещества для высвобождения полезных ископаемых; взрывные инструменты – используются для разрушения и дробления горных пород с использованием расчетного количества взрывчатого вещества; землеройные машины – применяются для удаления вскрышных пород и отходов и подготавливают рабочую поверхность для другого оборудования, такого как самосвалы и экскаваторы; дробильное оборудование – используется для дробления горной породы и гравия до приемлемого размера; оборудование для подачи, транспортировки и онлайн-анализа – позволяет отслеживать объем производства, регулировать отгрузку продукции, позволяет обеспечивать анализ качества в режиме реального времени.

Все эти распространенные инструменты позволяют выполнять работу эффективно и с минимальными затратами. Для обеспечения экологической и производственной безопасности, производители стремятся к компьютеризации подобных устройств, что упростит управление и увеличит производительность выполняемых работ.

ЛИТЕРАТУРА

1. Вишневский, Д. Трудяги-добытчики. Краткий обзор горнодобывающего оборудования / Вишневский Д. // Основные средства. – 2019. – № 8 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://os1.ru/23040>. – Дата доступа 03.04.2022.

2. Горные машины и оборудование. Введение в специальность. Часть 1: учебное пособие / А. Б. Ефременков, А. А. Кузнецов,

М. Ю. Блащук. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2009. – 152 с.

УДК 621.3

ПОНЯТИЕ «КОМПОНЕНТЫ ЭЛЕКТРОННОЙ ТЕХНИКИ»

Потонейко А. В., студ., **Лешкевич А. Ю.**, канд. техн. наук, доц.,
Белорусский национальный технический университет,
г. Минск, Республика Беларусь

Электроника – это многогранная область на стыке науки и техники, реализующая на практике знания о различных электрофизических процессах в различных средах (проводники, диэлектрики и т. д.). Сфера реального приложения электроники – это изготовление и использование электрических приборов и прочих изделий, в функционировании которых участвуют электронные компоненты.

Электронный компонент – это физический дискретный элемент в электронной системе, применяемый для изготовления приборов цифровой и аналоговой электроники, реализующей на практике знания о различных электрофизических процессах в различных средах. Они разделяются на активные, обладающие производством и запасом энергии – доноры и пассивные, хранящие и поддерживающие эту энергию – приемники энергии.

К активным можно отнести, например, источники тока – батарейки, диоды, биполярные и полевые транзисторы, тиристоры, радиолампы, разнообразные полупроводниковые радиодетали. К пассивным компонентам относятся конденсаторы, резисторы, трансформаторы, предохранители, соединители и переключатели, катушки индуктивности.

И пассивные, и активные радиоэлементы на этапе схемотехнического функционального проектирования выступают в качестве радиодеталей, которые можно найти практически в любом электроприборе, работа которого связана с электричеством.

Все электронные компоненты, которые применяются в каких-либо устройствах, чаще всего изготавливаются в заводских условиях

на основе определенных стандартов и технических требований и обладают законченной формой и определенным видом.

ЛИТЕРАТУРА

1. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://alfatron.by/articles/1-elekto-komponenti>. – Дата доступа 03.04.2022.

УДК 621.3

СОСТАВ И ПРИМЕНЕНИЕ КОМПОНЕНТОВ ЭЛЕКТРОННОЙ ТЕХНИКИ

Потонейко А. В., студ., **Лешкевич А. Ю.**, канд. техн. наук, доц.,
Белорусский национальный технический университет,
г. Минск, Республика Беларусь

Основными компонентами электронной техники являются: резисторы, конденсаторы, катушки индуктивности и дроссели, трансформаторы, коммутационные устройства, электровакуумные приборы, приборы отображения информации, полупроводниковые приборы, акустические приборы, антенны, пьезоэлектрические приборы, линии задержки, источники тока, предохранители и разрядники, электродвигатели, лампы накаливания, элементы цифровой и аналоговой техники, провода, кабели, волноводы.

Категория электронной техники, применяющейся на практике и состоящей из указанных компонентов, включает в себя большое количество наименований, которые условно можно разделить на несколько групп:

- бытовая техника – тостеры, стиральные машины, плиты; микроволновки;
- холодильное оборудование – морозильные камеры, холодильники;
- компьютерная техника – системные блоки, мониторы, ноутбуки;
- контрольно-измерительная техника;
- оргтехника – копировальные аппараты, сканеры;

- узкопрофильное оборудование – медицинская техника, рентгенологическое оборудование;
- радиотехника – радиоприемники, ретрансляторы;
- сотовые телефоны и другие средства электросвязи;
- военная промышленность;
- авиационная и космическая промышленности;
- транспортное оборудование.

ЛИТЕРАТУРА

1. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://digitrode.ru/articles/1141-v-chem-razlichie-mezhdu-aktivnymi-i-passivnymi-komponentami.html>. – Дата доступа 03.04.2022.

УДК 621.3

ТЕХНОЛОГИЯ СИЛОВОЙ ЭЛЕКТРОНИКИ СЕГОДНЯ И ЗАВТРА

Потонейко А. В., студ., **Лешкевич А. Ю.**, канд. техн. наук, доц.,
Белорусский национальный технический университет,
г. Минск, Республика Беларусь

Влияние силовой электроники на нашу жизнь и процессы, происходящие в мировой экономике, неуклонно повышается. Альтернативная энергетика, электрический и гибридный транспорт становятся самыми динамично развивающимися отраслями индустрии многих стран, стремящихся к сохранению природных ресурсов и экологии. Успешное развитие этих рынков немыслимо без передовых технологий и новых конструктивных решений, способных удовлетворить жесткие требования современных промышленных стандартов.

Широкое внедрение передовых технологий в области совершенствования гибридного и электрического привода, не только на транспорте, но и в робототехнике, на технологических автоматизированных и автоматических линиях. Наиболее важным в контексте развития технологий силовой электроники является повышение плотности

мощности, надежности и компактности электрических и электронных преобразовательных устройств.

Хорошо отработанные в недалеком прошлом и применяемые всеми ведущими производителями технологии пайки (чипы, DBC-подложка), ультразвуковой сварки (выводы кристаллов, терминалы модулей) и нанесения теплопроводящей пасты сегодня уже не удовлетворяют экологическим запросам производства.

Одним из глобальных направлений современной промышленной стратегии в силовой электронике является защита окружающей среды и применение экологически чистых производственных процессов с экономически высокоэффективным использованием возобновляемых источников энергии.

ЛИТЕРАТУРА

1. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://works.doklad.ru/view/ARAFH3kBwqk/8.html>. – Дата доступа 03.04.2022.

УДК 631.3

МИКРОЭЛЕКТРОНИКА И НАНОТЕХНОЛОГИЯ

Кажемский Н. А., студ., **Лешкевич А. Ю.**, канд. техн. наук, доц.,
Белорусский национальный технический университет,
г. Минск, Республика Беларусь

Микроэлектроника – подраздел электроники, связанный с изучением и производством электронных компонентов с геометрическими размерами элементов порядка микрометра (10^{-6} м), занимающийся созданием электронных функциональных узлов, блоков и устройств в микроминиатюрном исполнении и является предтечей нано электроники, использующей уже квантовые эффекты. В соответствии с используемыми конструктивными, технологическими и физическими принципами в микроэлектронике может быть выделено несколько взаимно перекрывающихся и дополняющих друг друга направлений, таких, как вакуумная микроэлектроника, оптоэлектроника, функциональная и интегральная электроника, получившая

наибольшее развитие. С её появлением открылись возможности микроминиатюризации радиоэлектронной аппаратуры, начался процесс создания аппаратуры нового поколения.

Используя достижения в области физики твёрдого тела и, особенно, физики полупроводников, микроэлектроника решает появляющиеся в своем развитии проблемы не путём простого уменьшения габаритов электронных элементов, но созданием конструктивно технологически и электрически связанных электронных структур — функциональных блоков и узлов. В них согласно принципиальной схеме конструктивно объединены микроминиатюрные элементы и их электрических соединений.

В силу исключительно высокой точности микроэлектроники процесс изготовления требует применения разнообразных высококачественных материалов на базе монокристаллического кремния и современного автоматизированного или автоматического технологического оборудования высочайшего класса точности.

ЛИТЕРАТУРА

1. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.booksite.ru/fulltext/1/001/008/076/446.htm>. – Дата доступа 03.04.2022.

УДК 630.3

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ НАНОЭЛЕКТРОНИКИ И ЕЕ ПЕРСПЕКТИВЫ

Кажемский Н. А., студ., **Лешкевич А. Ю.**, канд. техн. наук, доц.,
Белорусский национальный технический университет,
г. Минск, Республика Беларусь

Всего за несколько десятилетий нанотехнологии и нанонаука приобрели фундаментальное значение для промышленных приложений. С переходом к наноразмерам, в схемах начинают доминировать квантовые эффекты, открывающие множество новых свойств, и, соответственно, знаменующие собой перспективы их полезного ис-

пользования. Новая область нанoeлектроники, работающая в меж-атомных масштабах привела к появлению монослойных материалов толщиной в один атом – углеродных нанотрубок – позволяющих придать электронике поистине революционные механические и оптические свойства.

Заметны некоторые однозначные тенденции. Память в компьютерах увеличивается, микропроцессоры и интегральные микросхемы становятся производительнее, физические размеры элементов микросхем электронных устройств уменьшаются, создаются жесткие диски нового поколения, развивается наноплазмоника.

Прогресс в различных областях нанонауки расширяется в разных направлениях, от микро и нано, до еще меньших размеров, позволяющих глубоко наблюдать за поведением клеточного ядра для изучения отдельных сложных биомолекул на наноуровне в медицинской и биологической науке, уверенно приближаясь к ангиострему – единице межатомного взаимодействия, позволяя лечение многих опухолей, пока устойчивых к современным методам. Эти инновационные биомедицинские приложения в настоящее время используются в различных клинических испытаниях и в ближайшем будущем могут способствовать серьезному развитию терапии рака.

ЛИТЕРАТУРА

1. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://elektrovesti.net/interesting/552_kak-rabotaet-nanoelektronika. – Дата доступа 03.04.2022.

Кажемский Н. А., студ., **Лешкевич А. Ю.**, канд. техн. наук, доц.,
Белорусский национальный технический университет,
г. Минск, Республика Беларусь

Приставка «нано» относится к греческому префиксу, означающему «карлик» или что-то очень маленькое, и обозначает одну миллиардную метра [нм] (10^{-9} м). Для сравнения следует понимать, что толщина одного человеческого волоса составляет около 60 000 нм. Существуют различия между такими разделами как нанонаука и нанотехнология. Нанонаука – это изучение структур и молекул в масштабах нанометров в диапазоне от 1 до 100 нм, а технология, которая использует ее в практических задачах, таких как материалы, системы, устройства и т. д., называется нанотехнологией.

Нанотехнологии – одна из самых перспективных технологий 21 века. Она позволяет преобразовать теорию нанонауки в перспективные задачи – наблюдая, измеряя, манипулируя, собирая, контролируя и производя материалы в нанометровом масштабе. Уникальные явления наномира позволяют применять их в широком диапазоне областей химии, физики, биологии, медицины, техники и электроники.

Сканирующий туннельный (СТМ), атомно-силовой (АСМ), сканирующий зондовый (СЗМ) микроскопы, дали возможность открыть новый класс углеродных наноматериалов (графены), обладающий большим потенциалом применения в оптике, медицине, электротехнике, стал основой почти всех областей науки и техники. Нанонаука развивалась в других областях, таких как информатика, биотехнология и инженерия, продвигаясь к своей цели – минимизация размеров, хотя в электронике нано-размеры не являются определяющими и носят условный характер. Потребность наиболее в эффективных алгоритмах вычислений в наномасштабе породила область – наноинформатику.

ЛИТЕРАТУРА

1. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6982820>. – Дата доступа 03.04.2022.

НАНОТЕХНОЛОГИИ: СОСТОЯНИЕ, ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ

Осокин Д. И., студ., **Лешкевич А. Ю.**, канд. техн. наук, доц.,
Белорусский национальный технический университет,
г. Минск, Республика Беларусь

В настоящее время в социально-экономических приоритетах Республики Беларусь особая роль принадлежит развитию наукоемких отраслей производства с высоким уровнем добавленной стоимости. На современном этапе развития мировой экономики таким направлением, безусловно, являются нанотехнологии, требующие малого количества затрат энергии, материалов, производственных и складских помещений. С другой стороны, развитие нанотехнологий требует высокого уровня подготовки ученых, инженеров и технических работников, а также организации производства. Последние обстоятельства присущи состоянию развития экономики и науки в Беларуси и являются предпосылками для разработки и развития нанотехнологий в республике.

Создание наноматериалов и развитие нанотехнологий, занимают в настоящее время доминирующее положение практически во всех областях современной науки и техники. Индустрия наносистем сталкивается с главной проблемой – с новыми нетрадиционными свойствами, присущими микросистемам до 100 нм.

В Беларуси с начала нового века активно ведутся работы в области нанотехнологий в рамках отраслевых и фундаментальных научно-технических программ самой НАН РБ. и при ее поддержке.

БГУИР, БНТУ, БГУ, БрГТУ – вот далеко неполный перечень разработчиков физико-технологических основ формирования наноразмерных электронных элементов, исследований физики приборов наноэлектроники на квантовых эффектах и оптических свойствах стекол с наночастицами и получения ионно-электронных наноконпозитов.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Лучинин, В.В. Введение в индустрию наносистем / В. В. Лучинин // «Нано- и микросистемная техника». – 2005. – № 5.

ОБЛАСТИ ПРИМЕНЕНИЯ НАНОТЕХНОЛОГИЙ

Осокин Д. И., студ., **Лешкевич А. Ю.**, канд. техн. наук, доц.,
Белорусский национальный технический университет,
г. Минск, Республика Беларусь

Нанотехнология все больше и больше охватывает стороны жизнедеятельности человека и производства всего того, что с ними связано, расширяя с каждым годом область своего применения. На сегодня можно отметить следующие основные направления.

– наномедицина – исследование биологических структур – клеток (наноструктурированные материалы, наночастицы, фуллерены и дендримеры против онкологии, нанокапсулы, с нанопорами, нанотехнологические сенсоры и анализаторы, сканирующие зондовые микроскопы, наноинструменты и наноманипуляторы, микро- и наноустройства различной степенью автономности);

– нанобиотехнология – объединение нанотехнологии и молекулярной биологии для изучения биологических макро- и микромолекул с использованием способности иомолекул к самосборке в наноструктуры, формируя жидкие кристаллы ДНК;

– нанокосметика – доставляет увлажняющие компоненты и антиоксиданты в так называемых «наносферах» или «наносомах» – маленьких капельках, которые в миллионы раз меньше частицы песка, действующие на уровне атомов. В теории, эти наносомы проникают очень глубоко в кожу, принося с собой увлажняющие компоненты и глубоко удаляя мертвые клетки;

– нанотехнологии для легкой промышленности. Текстиль на основе наноматериалов приобретает уникальные по своим показателям свойства – водонепроницаемость, грязеотталкивание, теплопроводность, электропроводность и другие свойства;

– нанотехнологии для обеспечения безопасности – средства и методы контроля и защиты документов от подделки, охранная сигнализация антитеррористические средства,

ЛИТЕРАТУРА

1. Пул, Ч. Нанотехнологии / Ч. Пул, Ф. Оуэнс: пер. с англ. – М. : Техносфера, 2005.

КОМПЬЮТЕРЫ И НАНОЭЛЕКТРОНИКА

Лагун Д. В., студ., **Лешкевич А. Ю.**, канд. техн. наук, доц.,
Белорусский национальный технический университет,
г. Минск, Республика Беларусь

Нанокomпьютер – вычислительное устройство на основе электронных (механических, биохимических, квантовых) технологий с размерами логических элементов порядка нескольких нанометров. Сам компьютер, разрабатываемый на основе нанотех-нологий, также имеет микроскопические размеры.

ДНК - компьютер – вычислительная система, использующая вычислительные возможности молекул ДНК. Биомолекулярные вычисления – это собирательное название для различных техник, так или иначе связанных с ДНК или РНК. При ДНК-вычислениях данные представляются не в форме нулей и единиц, а в виде молекулярной структуры, построенной на основе спирали ДНК. Роль программного обеспечения для чтения, копирования и управления данными выполняют особые ферменты.

В настоящее время в серийно производимых компьютерах достигнуто быстроедействие (время, затрачиваемое на одну элементарную операцию) около 1 наносекунды (нс), а в ряде наноструктур это время можно уменьшить на несколько порядков. Развитие нанотехнологии постоянно подталкивает существующие массовые технологии производства, все время держит ее нуждающейся в кардинальном обновлении, обозначая приоритетные направления научно-технической эволюции или революции.

О создании американскими учеными квантового суперкомпьютера стало известно сравнительно давно, особенно если учесть современные темпы развития в сфере высоких технологий. Как реальная альтернатива «кремниевой» электронике в недалеком будущем многими специалистами рассматривается молекулярная электроника на основе нанонауки и нанотехнологии.

ЛИТЕРАТУРА

1. Нанотехнология в ближайшем десятилетии // под ред. М. К. Роко : пер. с англ. – М. : Мир, 2002.

МИКРОСИСТЕМНАЯ ТЕХНИКА

Лагун Д. В., студ., **Лешкевич А. Ю.**, канд. техн. наук, доц.,
Белорусский национальный технический университет,
г. Минск, Республика Беларусь

Микроэлектроника – подраздел электроники, тесно связанный с изучением и производством электронных компонентов с геометрическими размерами характерных элементов порядка нескольких микрометров и меньше. Различают такие направления микроэлектроники, как интегральная и функциональная. Особую важность имеет СВЧ-микроэлектроника, которая занимается изучением и разработкой СВЧ-микросхем. Как правило, в таких схемах применяются как гетеропереходные, так и кремниевые чипы, которые устанавливаются на диэлектрических подложках с плёночной пассивной инфраструктурой (конденсаторами, резисторами и т. п.). В силовой СВЧ электронике активно используются толстоплёночные технологии на основе метода шелкографии.

В условиях современной информационно-технологической революции в мировой практике сформировался ряд «критических» направлений науки, техники и технологии, являющиеся наиболее существенными для инновационной экономики. Одной из таких «критических» технологий является микроэлектроника и микротехнология и микросистемная техника, то есть сверхминиатюрные электронные приборы и способы их реализации на микроуровне,

Отличительная особенность микросистемной техники – системная интеграция классических принципов электроники, физики твёрдого тела, жидкости и газа, механики, оптики, электротехники, теплотехники, химии и биологии, реализуемая в технических решениях на микроуровне. Изготовление микроэлектромеханических систем (МЭМС) стало вполне самостоятельной отраслью промышленности и сегодня их можно встретить в лабораториях, в быту и на производстве.

ЛИТЕРАТУРА

1. Нано- и микросистемная техника / пол ред. П. П. Мальцева и В. В. Лучинина, 2006.

УДК 620.3

ИЗ ИСТОРИИ РАЗВИТИЯ НАНОЭЛЕКТРОНИКИ

Мицкевич А. С., студ., **Лешкевич А. Ю.**, канд. техн. наук, доц.,
Белорусский национальный технический университет,
г. Минск, Республика Беларусь

История электрических изобретений настолько широка и разнообразна, что сформированы целые направления в электронике, в частности – наноэлектроника, начавшая свое зарождение и становление при появлении полупроводниковых элементов. Уже тогда, в 70-е годы прошлого столетия, ученые создавали стабилитроны с шириной объемной области р-п перехода в несколько десятков нанометров как первое приближение к нанометрии. Появились такие понятия, как гетеропереходы, сверхрешетки, квантовые проволоки и точки, квантовые ямы. В производстве радиокомпонентов и электронных схем стали внедряться такие совершенно новые технологии, как молекулярно-лучевая, ионно-плазменная, ионно-лучевое напыление фотонный отжиг и многие другие. По сути, микроэлектроника путем выхода технологий на новый более совершенный уровень плавно перешла в наноэлектронику. Результатом внедрения первых нанотехнологий стало появление новейших на то время фотоприборов, светодиодов, лазеров и микросхем. В 80–90-е годы прошлого века были сделаны совершенно новые приборы, давшие новый толчок развития наноэлектроники и переход ее в отдельную область науки и техники. Был изобретен сканирующий туннельный микроскоп (СТМ) и атомно-силовой микроскоп (АСМ), давшими возможность ученым манипулировать нанометровыми кластерами в полупроводниковом материале вплоть до исследования отдельных молекул и атомов, что дало возможность создания нанотрубок с уникальными свойствами на основе структурной формы углерода.

Дальнейшее развитие нанoeлектроники происходило столь стремительно, что нельзя выделить конкретные даты. Изобретения появлялись, да и появляются сейчас с удивительной скоростью.

ЛИТЕРАТУРА

1. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://scsiexplorer.com.ua/index.php/istoria-otkritiy/663-istorija-nanoelektroniki.html>. – Дата доступа: 11.03.2022.

УДК 658. 512

ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ПРАКТИЧЕСЕОГО ПРИМЕНЕНИЯ НАНОТЕХНОЛОГИЙ

Мицкевич А. С., студ., **Лешкевич А. Ю.**, канд. техн. наук, доц.,
Белорусский национальный технический университет,
г. Минск, Республика Беларусь

Одним из основных направлений является получение и синтез наноструктур. Методы синтеза и изготовления изолированных наноструктур непрерывно совершенствуются и развиваются. Исследования проводятся в широкой области — от синтеза наноструктур в коллоидах до создания эпитаксиальных «квантовых точек» при послойном выращивании кристаллов. Разрабатываются методы получения фуллеренов, и других одномерных и многомерных наноструктур, а также методики изготовления мезопористых неорганических материалов. Проводится наномасштабный молекулярный дизайн полимеров, включая синтез дендримеров и сложных блок-сополимеров. В молекулярной биологии успешно развиваются многочисленные методики получения биологических наноструктур с использованием клонирования и так называемого «сверхсинтеза» бактерий.

В рамках существующих технологий можно указать ряд направлений, в которых использование наноструктур и наноинструментов является перспективным: наноструктурные материалы с эффектом ГМС, наноустройства и наносистемы для идентификации (секвени-

рования) первичной структуры ДНК. Активно разрабатываются совершенные типы компонентов информационных процессоров, основанных на принципах квантовой механики (резонансные туннельные транзисторы, одноэлектронные транзисторы, клеточные автоматы на квантовых точках) для использования в будущих квантовых ЭВМ.

ЛИТЕРАТУРА

1. Наноматериалы. Классификация, особенности свойств, применение и технологии получения / Б. М. Балоян [и др.]. – С. 4–9.

2. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.sgu.ru/sites/default/files/method_info/2020/b.m._baloyan_i_dr._nanomaterialy.pdf. – Дата доступа: 11.03.2022.

УДК 658. 512

ТЕХНИКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К НАНООБОРУДОВАНИЮ

Дорошенко С. С., студ., **Лешкевич А. Ю.**, канд. техн. наук, доц.,
Белорусский национальный технический университет,
г. Минск, Республика Беларусь

Технология – это способ производства, удовлетворяющий техническим требованиям изделия. Технологический поток – совокупность процессов, обеспечивающих получение какого-либо продукта в промышленных масштабах. Все операции технологического потока можно подразделить на собственно технологические (все виды обработки и переработки сырья), транспортные (перемещение внутри машины и между ними) и теххимический контроль. Работа машин и аппаратов оценивается по удовлетворению технических и технологических показателей, составляющих их характеристику.

Минимально необходимые технические требования на изделие включают в себя краткое описание назначения и области применения, требования к основным функциям, конструкции, конфигурации, параметрам функционирования, программного обеспечения, условий эксплуатации.

К числу технологических требований относят:

- предполагаемая серийность изделия или описание потребности;
- производительность – количество перерабатываемого сырья или изготовляемой продукции в единицу времени;
- потребляемую мощность, выражаемую количеством энергии в единицу времени;
- параметры и вид потребляемой энергии;
- параметры сырья и конечной продукции;
- параметры режимов работы технологического оборудования;
- габаритные размеры и массу технологического оборудования;
- условия эксплуатации.

ЛИТЕРАТУРА

1. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://ozlib.com/849870/tehnika/obschie_tehnicheskie_treb-niya. – Дата доступа: 11.03.2022.

УДК 658. 512

САНИТАРНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ К НАНООБОРУДОВАНИЮ

Дорошенко С. С., студ., **Лешкевич А. Ю.**, канд. техн. наук, доц.,
Белорусский национальный технический университет,
г. Минск, Республика Беларусь

Особенность переработки животного сырья накладывают на технологическое оборудование высокие санитарные требования к его конструкции, исполнительные органы которого выполняют таким образом, чтобы при самых неблагоприятных условиях эксплуатации исключить возможность проникновения в рабочую зону посторонних предметов, смазочных масел, ржавчины или металлической пыли, получаемой от износа контактируемых деталей. Конструкционные материалы технологического оборудования при контакте с пищевыми продуктами не должны образовывать примесей, загрязняющих пищевую продукцию и снижающих ее качество. Применять в

рабочей зоне детали из свинца, цинка, меди, сплавов и покрытия из них, а также покрытия из кадмия, никеля, хрома, эмалей, пенопластов, пластмасс на основе формальдегида, материалов, содержащих стекловолокно, асбест, а также изделия из древесины (за исключением твердых пород для разрубки, разделки), керамики, стекла, лакокрасочных покрытий категорически запрещается. Применяемые материалы должны быть стойкими к химическим, тепловым и механическим воздействиям при систематической мойке, чистке и дезинфекции оборудования. Цвет конструкционных материалов в рабочей зоне не должен влиять на оценку качества пищевой продукции и затруднять выявление загрязнений. Конструкция оборудования должна обеспечивать защиту продукта от внешних загрязнений, исключать выбросы продукта или вспомогательных материалов в окружающую среду, обеспечивать полное опорожнение и хорошую очищаемость оборудования на наноуровне, предотвращать застой остатков продукта и образование очагов гниения. Все поверхности должны быть доступны для санитарной обработки.

ЛИТЕРАТУРА

1. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.lcard.ru/lexicon/technical%20requirements>. – Дата доступа: 17.04.2022.

Содержание

1. Секция «Автомобили и тракторы».....	стр. 3
2. Секция «Двигатели внутреннего сгорания».....	69
3. Секция «Техническая эксплуатация автомобилей».....	90
4. Секция «Гидропневмоавтоматика и гидропневмопривод».....	115
5. Секция «Транспортные системы и технологии».....	135
6. Секция «Экономика и логистика».....	239
7. Секция «Инженерная графика машиностроительного профиля».....	288

Научное издание

НИРС-2022

Материалы 78-й студенческой
научно-технической конференции