

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ  
Белорусский национальный технический университет

---

Автомобильный факультет

## **НИРС–2020**

**Материалы 76-й студенческой  
научно-технической конференции**

*Электронное издание*

М и н с к  
Б Н Т У  
2 0 2 0

УДК 082(063) (476-25)

ББК 74.58я43

Н 68

### **Рецензент**

Зам. декана МСФ БНТУ,  
канд. техн. наук, доцент В.В.Бирич

В сборнике представлены тезисы докладов 76-й студенческой научно-технической конференции. Тематика докладов посвящена актуальным проблемам современной науки и соответствует основным направлениям конференции:

*Автомобили и тракторы.*

*Техническая эксплуатация автомобилей.*

*Гидропневмоавтоматика и гидропневмопривод.*

*Транспортные системы и технологии.*

*Экономика и логистика.*

*Инженерная графика машиностроительного профиля.*

*Оценочная деятельность на транспорте и в промышленности.*

Редакционная коллегия:

А.С. Поварехо (гл. редактор), В.П. Бойков, А.С. Гурский,  
А.В.Матюшинец, Р.Б. Ивуть, Г.А. Дыко,  
П.Р. Бартош, А.С. Рынкевич

Ответственный за выпуск А.А.Дзема  
Под общей редакцией 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>

Регистрационный № БНТУ/АТФ – 110.2020

© БНТУ, 2020

**СЕКЦИЯ «АВТОМОБИЛИ И  
ТРАКТОРЫ»**

УДК 629.113

## **ЭЛЕКТРОННАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ УРОВНЕМ ПОЛА (ECAS) ДЛЯ АВТОБУСОВ С ПНЕВМАТИЧЕСКОЙ ПОДВЕСКОЙ**

Студент гр. 101072-15 Куцеволов А.В.

*Научный руководитель – канд. техн. наук, доц. Дыко Г.А.*

Система регулирования уровня пола должна обеспечивать поддержание заданного уровня либо определять автоматически оптимальную его величину в зависимости от средней скорости движения и массы. После определения уровня система принимает сигналы с датчика положения кузова в течение 60 с, затем эти показания сглаживаются числовым фильтром и определяется средний уровень, принимаемый за текущий. Далее система сравнивает текущий уровень с требуемым. Если текущий уровень больше требуемого более чем на допускаемую величину, то система снижает давление в пневмобаллонах и определяет новый уровень и сравнивает его с требуемым. При допустимом расхождении система завершает регулировку и возвращается в начало цикла. Если расхождение остаётся, то цикл понижения давления продолжается. Если текущий уровень пола меньше требуемого более чем на допускаемую величину, то система повышает давление в пневмобаллонах и определяет новый текущий уровень, сравнивает его с требуемым. Если расхождение остаётся, то снова повышается давление, если же расхождение не превышает допускаемого значения, то цикл завершается. Одновременно при движении автобуса с учётом его скорости система поддерживает требуемое сопротивление амортизаторов на ходах отбоя и сжатия, генерируя управляющий сигнал, пропорциональный величине необходимого проходного сечения калиброванных отверстий в них, для корректировки размеров этих сечений при необходимости.

УДК 629.113

## **ПОДВЕСКА НА РЕЗИНОМЕТАЛЛИЧЕСКИХ УПРУГИХ ЭЛЕМЕНТАХ ДЛЯ ТЯЖЕЛЫХ ДОРОЖНЫХ УСЛОВИЙ НА ПРИМЕРЕ ПОДВЕСКИ HAULMAAXEХ**

Студент гр. 101071-15 Грищенко М.Ю.

*Научный руководитель – канд. техн. наук, доц. Дыко Г.А.*

Особенностью подвески HAULMAAX EX является установка резинометаллических упругих элементов. Подвеска включает два таких упругих элемента с прогрессивной характеристикой и четыре поперечных резинометаллических элемента, балансир, две продольные тяги и два поперечных рычага (рисунок 1). Опционально могут устанавливаться амортизаторы.



Рисунок 1 – Подвеска на резинометаллических упругих элементах

Подвеска рассчитана на эксплуатацию в тяжелых дорожных условиях, а также при сверхбольшой нагрузке. Конструкция позволяет сохранять сцепление с опорной поверхностью и равномерно распределять нагрузку. Прогрессивная характеристика резинометаллических упругих элементов обеспечивает качественную работу подвески и устойчивость автомобиля при полной нагрузке. Поперечные резинометаллические упругие элементы подвески воспринимают силы при трогании и торможении, при этом деформация элементов минимальна. Резинометаллические упругие элементы не используют смазку для работы, что увеличивает долговечность и обуславливает приемлемую стоимость технического обслуживания. В случае выхода элементов из строя их легко заменить. Использование элементов такого типа значительно снижает вибрации и нагрузки на узлы и механизмы транспортного средства.

## ПОСТРОЕНИЕ МЕХАНИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК АСИНХРОННОГО ДВИГАТЕЛЯ С УЧЕТОМ АКТИВНОГО СОПРОТИВЛЕНИЯ ОБМОТКИ СТАТОРА

Студент гр. 101101-16 Хилько А.Д.

*Научный руководитель – ст. препода. Плищ В.Н.*

При построении механических характеристик (МХ) асинхронного двигателя (АД) по пропорциональному закону  $U_1/f_1 = \text{const}$  активное сопротивление обмотки статора принимается равным нулю ( $R_1 = 0$ ). В этом случае критический момент постоянен и МХ представляют собой семейство конгруэнтных кривых. Однако это справедливо для регулирования скорости в диапазонах  $D = 1:2 - 1:3$ .

Для ТАД 155-04-БУ1 построены МХ с учетом  $R_1$  (рисунок 1) [1].

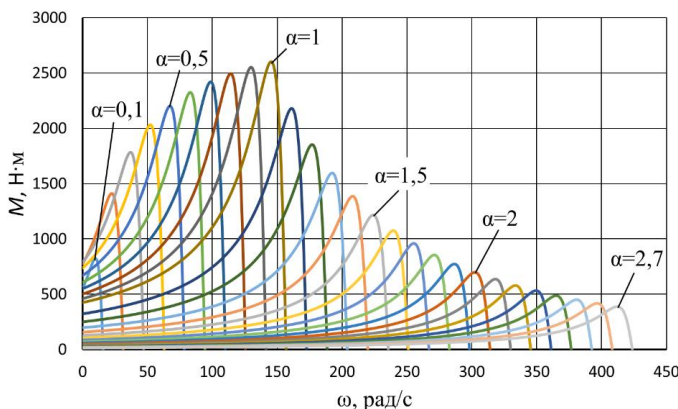


Рисунок 1 – МХ АД с учетом активного сопротивления обмотки статора

Из рисунка 1 видно, что при  $\alpha=0,1-1$  данный закон не обеспечивает постоянную перегрузочную способность. Поэтому на электрическом транспорте следует применять замкнутые системы скалярного частотного управления АД, либо  $IR$  или  $IZ$  компенсацию.

### *Литература*

1. Фираго, Б. И. Регулируемые электроприводы переменного тока / Б. И. Фираго, Л. Б. Павлячик. – Мн.: Техноперспектива, 2006. – 363 с.

УДК 621.333

## ВЫБОР ПАРАМЕТРОВ НАКОПИТЕЛЯ ТРАМВАЯ

Студенты гр. 101101-15 Наумович Е.А., гр. 101101-16 Хилько А.Д.

*Научный руководитель – ст. препод. Плиц В.Н.*

В настоящее время трамвай должен обладать автономностью хода и возможностью подзарядки во время движения от контактной сети.

Анализ показал, что для таких систем в качестве накопителей применяются литий-ионные аккумуляторы. Средняя длина маршрута составляет 20 км. Поэтому целью работы является выбор параметров накопительного блока трамвая с зарядкой во время движения от контактной сети напряжением 550 В.

Расчет проведен при номинальном режиме работы асинхронного двигателя без учета уклонов дороги и средней скорости трамвая  $v_{cp} = 23,18$  км/ч. Принята ячейка емкостью 50 А·ч и напряжением 3,2 В. По компоновочным соображениям принимаем емкость одного блока ячеек 700 А·ч путем параллельного соединения 14 ячеек. Для достижения напряжения 550 В с учетом потерь используем 180 блоков ячеек, соединенных последовательно. Общий вид накопительного блока (4 блока по 45 блоков ячеек) массой 3200 кг представлен на рисунке 1. Автономность хода трамвая при заданной скорости движения составила 56 минут.

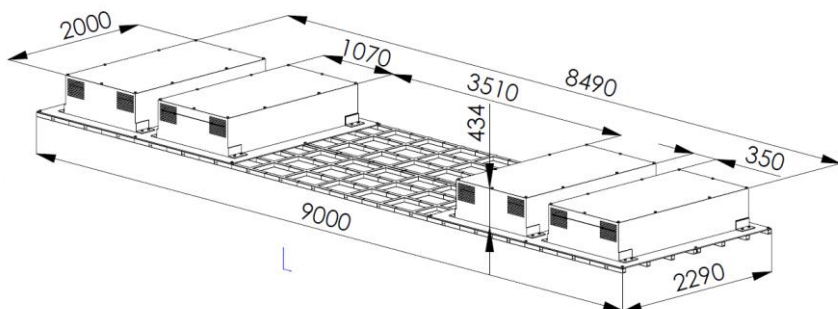


Рисунок 1 – Накопительный блок трамвая

Путем применения предложенного накопительного блока можно обеспечить автономность хода трамвая на расстояние до 20 км.

## ВЫБОР РЕЗИНО-ЖГУТОВЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ПОДВЕСКИ РАТРАКА

Студент гр. 101081-15 Валуев Д.Г.

Научный руководитель – канд. техн. наук, доц. Таяновский Г.А.

При выборе параметров ходовой системы ратрака на базе трактора с гусеничными резино-жгутовыми упругими поддерживающими элементами (РЖУП) гусеничного хода проведен анализ конструктивных исполнений и сравнительная оценка вариантов упругих модулей. Рассмотрены следующие компоновки таких модулей (рисунки 1а, б).

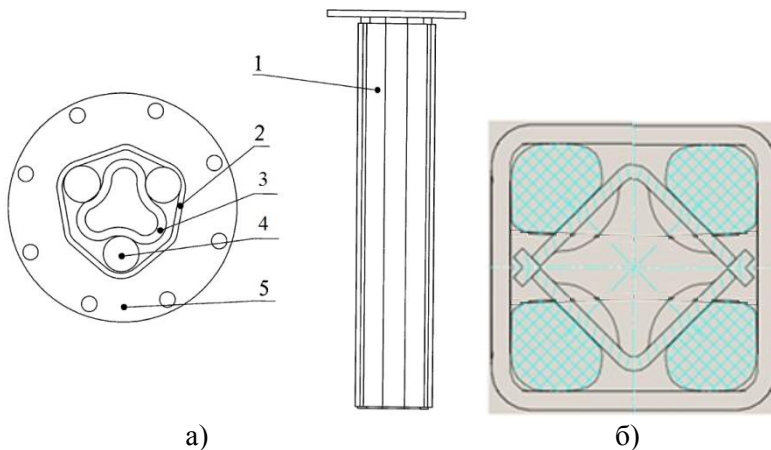


Рисунок 1 Варианты компоновки РЖУП

По своей конструкции торсион представляет собой фигурную (квадратную, шестиугольную) трубу с установленными в нее с разных сторон резиновыми круглыми жгутами (обычно 3–4). Длина жгутов из резины марки Р 7-30-2148 составляет 300-400 мм, а диаметр – около 30 мм. В такую трубу со жгутами запрессовывается рычаг с цапфой и ступицей. Установочная часть рычага имеет квадратную или треугольную (в случае шестиугольной трубы) форму. В случае увеличения нагрузки на подвеску рычаг начинает



проворачиваться во внешней трубе, а резиновые жгуты сопротивляться этому движению. Плотность торсионных подбирается так, чтобы конструкция получалась одновременно и довольно жесткой, но и легко могла амортизировать при использовании на неровностях. Диапазон нагрузок торсионных осей составляет от 500 кг до 2 тонн. На плавность хода ратрака с торсионной подвеской в некоторой мере влияет форма самой трубы. В квадратный профиль устанавливается четыре жгута – такая подвеска более жесткая. Шестиугольный профиль используется с тремя жгутами, такая ось выдерживает такие же нагрузки, как и при четырехугольном профиле, но может иметь более плавную кривую нагружения – зависимость крутящего момента от угла поворота внутренней направляющей.

К минусам торсионной подвески можно отнести трудоемкость ремонта в случае возникновения поломки или износа. Если подшипник в торсионной подвеске можно поменять самостоятельно, то замену жгутов и направляющей – только в производственных условиях, а сам ремонт по стоимости соизмерим с ценой нового модуля в сборе.

Типовые кривые упругого нагружения-закручивания модуля РЖУП нелинейны, а динамический ход зависит от начальной точки на такой кривой при натяжке гусеничной ленты при сборке гусеничного хода на машине. Работа жгутов при закручивании их в корпусе модуля с помощью рычага с установленным на его конце катком показана на рисунке 2.



Рисунок 2 – Деформации жгутов при работе

Достоинство РЖУП в том, что она проста и надежна, неприхотлива в эксплуатации, обеспечивает высокий клиренс ратрака и простоту настройки при установке на машину. Наиболее надежно при выборе подвески и решении задач динамики движения ратрака по случайным неровностям брать экспериментальные кривые паспорта каждого из тестируемых после сборки модуля подвески, в котором приводятся кривые нагружения и характеристики эксплуатационной надежности модуля в работе при раз-

личных температурах.

УДК 629.01-03, 629.07

## К ЗАДАЧЕ ВЫБОРА ПАРАМЕТРОВ КОМПОНОВКИ ЭЛЕКТРОСКУТЕРА

Студент гр. 101161-15 Оболенская Я.Е.

Научный руководитель – канд. техн. наук, доц. Таяновский Г.А.

Первичная прикидка параметров общей компоновки разрабатываемого электроскутера обычно осуществляется на основе анализа подобных размеров у ближайших прототипов. Представляет практический интерес постановка задачи определения рациональных параметров компоновки электроскутера с позиции устойчивости, маневренности, безопасности, эргономики. Расчетная схема такого средства индивидуальной мобильности (см. рисунок 1) характеризуется конструктивными параметрами: условными длинами «полурам»  $a$  и  $b$ , углом наклона  $\angle An$  и высотой  $Ha$  шарнира связи «полурам», размерами  $Rk1$  и  $Rk2$  и жесткостями колес, приведенными к центрам тяжести массами  $M1$  и  $M2$  и моментами инерции передней  $J1$  и задней  $J2$  частей в пространственном движении, характеризующимся углами Эйлера. При ненахождении в условной вертикальной плоскости точек центров упомянутых двух масс, середин осей колес и середины шарнира система выходит из устойчивого прямолинейного движения. При этом к частям системы оказываются приложенными системы сил и моментов, а также реакции в пятнах контактов шин с опорной поверхностью.

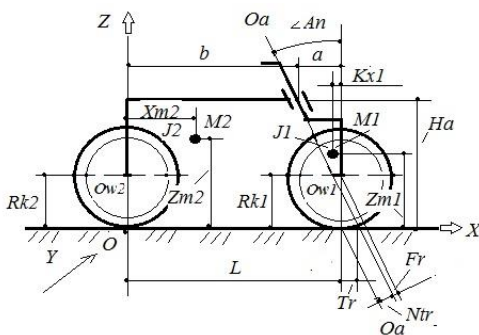


Рисунок 1 – Расчетная схема электроскутера

Аналитическая часть задачи выбора рациональных параметров общей компоновки электроскутера состоит в составлении и решении уравнений движения динамической системы модели электроскутера при различных наборах причин, выводящих систему из движения в вертикальной плоскости.

Для упрощения задачи, в первом приближении, можно допустить, что положения центров масс частей электроскутера в системах координат, жестко связанных с «полурамами» неизменны, а в качестве исходного воздействия на систему задается временной закон изменения угла поворота руля и боковой угол наклона оси вилки переднего колеса, а также начальная скорость движения в момент начала маневра. В результате решения задачи необходимо получить траектории перемещения, скорости и ускорения всех характерных точек электроскутера в пространстве, а также значения действующих силовых факторов на элементы конструкции и реакции в пятнах контактов колес с опорной поверхностью. Далее необходимо сформулировать и получить аналитические выражения для критериев оценки перечисленных в первом абзаце статьи свойств двухколесной машины, чтобы выбрать такой вариант сочетания параметров ее общей компоновки, который бы обеспечивал требуемый по нормативным документам уровень рассматриваемых свойств электроскутера и позволял бы произвести сравнительную оценку разрабатываемой машины с лучшими образцами других производителей.

Более сложна задача с учетом рационального перемещения центра масс задней «полурамы» из-за перемещений водителя, с целью сохранения устойчивости, предотвращения падения или обеспечения желаемой кривизны траектории движения скутера с водителем. Решение такой задачи необходимо для обоснованного выбора упомянутых параметров компоновки электроскутера, с целью разработки автоматических средств предотвращения падения водителя из-за неумелого управления. Это особенно актуально, учитывая огромный парк подобных средств индивидуальной мобильности, выпущенный на пешеходную часть тротуаров современных городов, и отсутствие каких бы то ни было навыков безопасного управления электроскутером у большинства пользователей, особенно при перевозке ими еще и малых детей.

При весовом расчете и определении развесовки по колесам электроскутер представляют, как упоминалось, состоящим из двух частей. Первая часть включает колесный двигатель, электробатарей, сиденье, заднее колесо, облицовку и водителя, вторая – передняя часть, включает вилку, руль с навеской управления подсистемами, переднее колесо с тормозным механизмом и крыло. Части соединены между собой двумя подшипниками рулевой колонки на оси поворота руля.

Во время криволинейного движения, или на склоне, на шины действуют боковые силы, пропорциональные углам бокового увода и углам наклона частей электроскутера, обеспечивая стабилизирующий эффект. Ось рулевой колонки может иметь боковое движение. Таким образом, электроскутер состоит из двух связанных частей, каждая из которых имеет одну степень свободы только при неизменном положении в пространстве оси рулевой колонки.

Передняя и задняя части совершают относительные угловые смещения вокруг оси рулевой колонки. На них действуют восстанавливающие (стабилизирующие) боковые силы переднего колеса на плече нормального вылета  $Ntr$  и подобная сила заднего колеса.

Электроскутер является системой с неустойчивым равновесием, особенно при низких скоростях, где стабилизирующее действие гироскопического эффекта вращающихся колес мало. Поэтому на выпускаемых скутерах устанавливают достаточно широкие шины, обеспечивающие существенный стабилизирующий момент при отклонении их меридианальной плоскости от вертикали. Водитель предотвращает падение, воздействуя на руль.

Опрокидывание электроскутера в общем случае движения зависит от таких факторов, как скорость; момент инерции колес и их гироскопического момента, ширины профиля и угловой жесткости при боковом наклоне; высот центров масс, их моментов инерции и др.

Однако такие задачи относятся к классу сложных задач нелинейной механики, поэтому в рамках данной статьи определим только скорость равномерного кругового движения электроскутера, при которой не произойдет его бокового опрокидывания. Если не учитывать углы бокового увода шин и считать, что продольно-вертикальные плоскости симметрии частей электроскутера перпендикулярны опорной поверхности, что характерно для такой машины, так как

ноги водителя стоят впереди его корпуса на горизонтальной площадке рамы и водитель не наклоняет корпус, чтобы повысить устойчивость машины, одновременно с поворотом руля, как в случае движения мотоцикла. Схема движения электроскутера показана на рисунке.

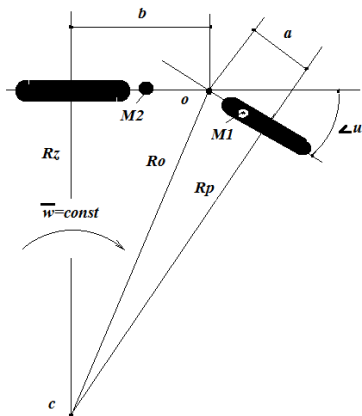


Рисунок 2 – Положение электроскутера на круговом повороте

На массы  $M1$  и  $M2$  электроскутера действуют центробежные силы на высотах с координатами  $Zm1$  и  $Zm2$ ,

Гироскопические моменты колес с массами и радиусами  $mk1, Rk1$  и  $mk2, Rk2$ , а также их стабилизирующие моменты сопротивления наклону  $Mc1$  и  $Mc2$ . Так как угол  $u$  остается неизменным, то можно считать шарнир  $O$  заблокированным, электроскутер – жестким телом, тогда приближенно можно записать уравнение равновесия объекта:

$$Mgir1(\omega) + Mgir2(\omega) + Mstab1 + Mstab2 = M2 \cdot Rm2 \cdot Z2 \cdot \omega^2 + M1 \cdot Rm1 \cdot Z2 \cdot \omega^2,$$

где  $Rm1$  и  $Rm2$  – радиусы траекторий приведенных масс  $M1$  и  $M2$ .

Решив уравнение относительно  $\omega$ , определим искомую допустимую угловую скорость кругового поворота по условию отсутствия бокового опрокидывания как функцию  $\omega = f(\angle u)$ .

УДК 629.114.2

**ПОВЫШЕНИЕ ЭРГОНОМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ  
СПЕЦИАЛЬНОГО ГРУЗОПАССАЖИРСКОГО  
АВТОМОБИЛЯ ПРИ ОТРАБОТКЕ ЕГО ЭКСТЕРЬЕРА**

Студент гр. 101161-15 Лещинский А.М.

*Научный руководитель – канд. техн. наук, доц. Таяновский Г.А.*

Эргономические характеристики используются для описания и оценки эксплуатационного и потребительского качества колесной техники. Они отражают степень соответствия объекта проектирования и его компонентов условиям среды эксплуатации, потенциальным возможностям человека в целях создания благоприятных условий эффективной деятельности и сохранения здоровья. Наиболее общими критериями эргономической оптимизации являются безопасность и комфортность, требования к их уровню установлены комплексом руководящих документов, в том числе Техническим регламентом Таможенного Союза «О безопасности колесных транспортных средств».

В работе предложены разработанные усовершенствования элементов экстерьера двухосного автомобиля специального назначения: дверей, пространства между кабиной и тентованным кузовом, подножек для посадки в кабину, ручек и ступенек на лобовой части кабины, заднего борта с откидывающейся по ширине борта ступенью и рукоятями раскрытия этого борта, защищенных прожекторов, кондиционера-отопителя закрытого тентом кузовного пространства, формы кабины и лобовых стекол, защищенных управляемых зеркал заднего вида. Изменения экстерьера относительно прототипа - базовой модели МЗКТ-500200 – выполнены с учетом антропометрии и биомеханики людей, пользующихся машиной.

Пример выполненных усовершенствований, из перечисленных ранее, – установка нового заднего борта. Кинематика движения заднего борта показана на схеме (рисунок 1). Телом отсчета движения выступают завесы, на которые крепится борт. Движение заднего борта ограничено, он может двигаться только по траектории, в пределах 178-ти градусов.

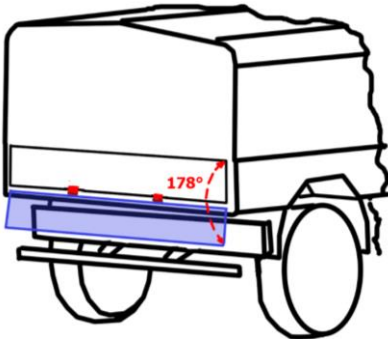


Рисунок 1 — Схема движения заднего борта

При этом в кузове достаточно низкое освещение, что влияет на психофизиологические факторы личного состава, некачественный свет негативно воздействует на перевозимых в кузове людей.

В дизайне экстерьера машины предложены прогрессивные технические решения, связанные с задним бортом автомобиля. Устранены недостатки высадки пассажиров. В борт встроена широкая раскладная ступень.



Рисунок 2 – Изменение заднего борта с рукоятями его открывания

1100 мм, тогда как в модернизированном борте, благодаря ступени она снижается до 700 мм.

Другой пример совершенствования автомобиля – пространство между кузовом и кабиной. Свободный доступ к узлам и агрегатам,

В улучшении нуждается высадка личного состава из кузова автомобиля, так и погрузка грузов. Высота пола кузова от уровня земли 1200 мм, при этом не имеется никаких средств (лестница, подножки) для более легкой высадки личного состава, это повышает риск травматизма. Кузов прототипа имеет назначения: перевозка личного состава и (или) перевозка груза, не имея возможности одновременной транспортировки личного состава и груза.

При высадке пассажиров выполняется автоматическое отсоединение креплений ступени от борта и при открытии его она становится в положении, показанном на рисунке 2. При этом личному составу не придётся спрыгивать с кузова, как в прототипе, а это высота достаточно травмоопасная

находящимся между кабиной и кузовом, закрыли ставнями, причем помимо защиты они обеспечивают улучшение аэродинамических качеств машины (рисунок 3).



Рисунок 3 – Поисковое решение ставни



Рисунок 4 – Дизайн экстерьера автомобиля с улучшенной проработкой аспектов эргономики, безопасности и функциональности

В разрабатываемом экстерьере машины предложено также дополнительное освещение: на кабине установлены две фары-прожекторы ночного видения. Использование их в темное время в условиях пересечённой местности при выполнении дозорных функций, дает большое преимущество (рисунок 4).

Таким образом, в результате проведенных изысканий, включающих патентно-информационный поиск, комплекс специальных анализов функциональности и эргономической обеспеченности, безопасности художественно-эстетической образности компоновочных решений автомобиля, а также путем эскизной проработки и компьютерной отработки экс-

терьера автомобиля по современным технологиям, получено новое техническое решение, интегрально учитывающее предъявляемые к машине данного назначения требования и отличающееся высоким техническим уровнем и прогрессивным дизайном экстерьера.



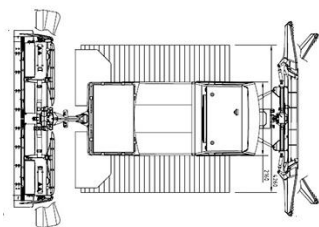
## К ОЦЕНКЕ ПРОХОДИМОСТИ РАТРАКА

Студенты гр. 101081-16 Карелин В.А, гр. 101161-16 Жученко А.

*Научный руководитель – канд. техн. наук, доц. Таяновский Г.А.*

Предмет исследования – оценка проходимости ратраков различных компоновочных схем, с целью объективного сравнения их эффективности в работе по назначению в одинаковых технологиях применения и выбор рациональных структур (см. рисунок).

Разработана расчетная схема и записаны уравнения движения ратрака, а также расчетные выражения для обобщенного комплексного показателя проходимости машины при различных технологиях ее применения.



На их основе далее выполнены вычисления значений частных показателей проходимости: по опорному давлению, по сцеплению и по двигателю. Проведено компьютерное макетирование перспективного дизайна на твердотельных моделях частей вариантов структуры и дизайн-решения ратрака с разными внешними формами и составом возимого оборудования, что позволило также оценить влияния их форм на аэродинамику и устойчивость машины.

Изменение приложенных нагрузок к ратраку на предельных, до 50 градусов, уклонах и, в частности, при переменных во времени порывах ветра, в случае движения вверх с синхронно работающей лебедкой, может привести к потере устойчивости или заносу ратрака на таких склонах. Эти процессы влияют на проходимость и безопасность машины, водителя и пассажиров, общие затраты энергии на движение, качество выполнения работы по назначению и в целом на эксплуатационные свойства ратрака. Авторами разрабатываются методические положения исследования важнейших эксплуатационных свойств ратраков на математических моделях на ЭВМ, а также на масштабных макетах в малой компьютеризированной аэродинамической трубе.

УДК 7.05

## **АНАЛИЗ АЙДЕНТИКИ ГОРОДСКОГО ТРАНСПОРТА И ЕГО СОПУТСТВУЮЩИХ НОСИТЕЛЕЙ В Г.МИНСКЕ**

Студентка гр. 101161-17 Кузьмина В.В.

*Научный руководитель – ст. препод. Зантария Е.В.*

Неотъемлемой частью любого мегаполиса является городской транспорт. Современный, гармоничный дизайн способен превратить городской транспорт в визитную карточку города, разнообразить и оживить его внешний облик. Система айдентики транспортных средств делает узнаваемыми транспортные бренды, привлекает к ним внимание и интерес.

Главными критериями узнаваемости бренда в транспортном дизайне является цвет и форма. А развитая, находящаяся на высоком уровне, система айдентики предполагает стилистическую связь с сопутствующими носителями: дизайном остановочных пунктов, иконографией и пиктограммами указателей и дорожных знаков, оформлением и версткой расписаний, проездных билетов, формой сотрудников. В последнее время каждый город стремится стать самостоятельным брендом, привлечь все большее число туристов и инвестиций, способствуя росту бизнеса, а местная администрация - выйти на новый уровень коммуникации с местными жителями и гостями.

Минск – столица Беларуси, соответственно городской транспорт должен быть ярким и узнаваемым.

На улицах Минска чаще всего можно встретить автобусы моделей МАЗ-103, МАЗ-105 (с «гармошкой») и МАЗ-215 (тоже с «гармошкой», но длиннее МАЗ-105). Все модели автобусов имеют зеленый или желтый цвет и прямоугольную форму (рисунок 1).



Рисунок 1 – Автобусы моделей МАЗ-103, МАЗ-105, МАЗ-215

Электробус модели АКСМ-Е433. Данный вид транспорта примечателен своим желтым цветом и округлой формой, что сильно отличает его от остальных автобусов на проезжей части (рисунок 2).



Рисунок 2 – Электробус модели АКСМ-Е433, троллейбусы моделей АКСМ-321 и АКСМ-333

Троллейбусы АКСМ-321, АКСМ-333 (с «гармошкой»). По форме они похожи на автобусы МАЗ, но их отличительной чертой является более округлая форма лобового стекла кабины водителя. Также их отличительными чертами являются цвет «панг» и форма пантографа.

В 2019 году в Минске открылась первая интерактивная остановка. Она занимает 40 кв.метров и разделена на два крыла. В каждом есть четыре USB-порта для зарядки гаджетов, кнопка экстренного вызова МЧС или милиции, экран для вызова такси, банкомат и инфокиоск, а также сенсорное табло с расписанием движения, где можно также задать маршрут и выбрать подходящий вид транспорта. Новая интерактивная остановка функциональна и грамотно оформлена, однако стоит отметить, что ее современный дизайн слабо вписывается в свою локационную точку – историческую городскую среду. И тем более она никак не связана с внешним видом транспорта на улицах города (рисунок 3).



Рисунок 3 – Трамваи моделей Stadler B83600M и АКСМ-60102, интерактивная остановка возле станции метро «Немига»

К 2020 году у Минска нет «визитной карточки» среди общественного транспорта, такой как, знаменитый красный автобус в г.Лондоне, а городской транспорт не имеет пока единой системы айдентики. На данный момент система находится на начальном этапе ее формирования. Примером могут служить трамваи пр-ва Штадлер и электробусы, которые выделяются на фоне остального городского транспорта, благодаря своему современному дизайну.

УДК 7.05

## **ПИКТОГРАФИКА ТРАНСПОРТНЫХ СИСТЕМ БЕЛАРУСИ**

Студентка гр. 101161-17 Ньюнко Ю.П.

*Научный руководитель – ст. препод. Зантария Е.В.*

Важной функциональной необходимостью современной городской среды являются визуальные коммуникации. Пиктографика – одно из востребованных направлений современной художественной культуры, которое активно применяется в мире. Если текстовое воспроизведение речи предполагает знание определённой письменности или языка, то пиктограмма позволяет считывать информацию любому человеку, не обладающему подобными навыками, что особенно актуально для международных проектов и коммуникаций. Пиктографика воздействует на уровне обобщений и стереотипов и является понятной и общедоступной, что делает ее универсально востребованной. Актуальность пиктографики связана с процессами информатизации и глобализации общества конца XX–XXI вв.

Основными сферами применения пиктограмм являются: транспортная, справочно-информационная, навигационная, рекламная и спортивная сферы.

Пиктограммы имеют выраженную структуру, схожую с классификацией знаков: иконическая пиктограмма, пиктограмма-символ, пиктограмма-индекс. В них можно выделить основные направления развития: письменность, знаки и символы, геральдика, орнаментика.

Основными средствами графического языка современной пиктографии являются: свободное рисование, растр, объем, контурная и фактурная линия, пятно-линия, силуэт, модульная сетка, геометризация.

Один из ключевых этапов формирования пиктографической культуры как современного международного языка, связан с развитием транспортных систем. На базе официальной системы дорожных знаков и информационной системы транспортной иконографии пиктограммы представлены вне контекста художественного произведения, письменности, орнамента, геральдики и других областей. В данных условиях, пиктографический язык выступает в качестве четкой самостоятельной функциональной структуры навигационной и справочно-информационной группы.

Транспортная пиктография современного белорусского городского пространства является синтезом обозначенных средств выразительности, однако на данном этапе развития не всегда обнаруживает наличие высокого образного решения и методичности подхода к проектированию единой системы. С одной стороны, в современном состоянии транспортной белорусской пиктографической культуры, наблюдается формирование устойчивых иконографических типов пиктографического знака, с другой обнаруживаются недостатки в комплексном подходе к проектированию знаков внешней и интерьерной (пиктограммы и иконографика интерьеров городского транспорта) среды. Последнее может являться серьезным недостатком современной визуальной коммуникации и актуализирует необходимость дальнейшего практического развития пиктографического языка.

Пиктографическая система подачи информации помогает определять и нормировать различные сферы общественной жизни. Визуальная фиксация практически исключает необходимость шрифтового воспроизведения, что подчёркивает универсальность пиктографических систем.

**ЭСТЕТИЧЕСКОЕ И ФУНКЦИОНАЛЬНОЕ  
ФОРМООБРАЗОВАНИЕ В ДИЗАЙНЕ ТРАНСПОРТНЫХ  
СРЕДСТВ**

Студент гр. 101161-17 Сегень А.П.

*Научный руководитель – ст. препод. Зантария Е.В.*

Существенное влияние на формообразование легкового автомобиля оказывают образный, стилистический, эстетический и технологический аспекты проектирования.

Образный аспект воздействует на эстетическую составляющую при проектировании легкового автомобиля и на конструктивную и функциональную структуру. В автомобилестроении проектный образ закладывается еще на этапе анализа исходной проектной ситуации и маркетинговых исследований. Проектный образ формируется на основе композиционного и стилистического решения проектируемого изделия. Под композиционным решением понимается распределение и сочетание объемов и их ритмов, цвета и форм узлов, осуществленных в машине в соответствии с законами симметрии, контрастности, расчлененности и пропорциональности.

Стилистический фактор можно рассматривать вместе с эстетическим, т.к. в некотором роде он является его составляющей. У каждой автомобильной марки есть свой четко узнаваемый стиль. На основе анализа стилистических решений определенного бренда, разработчики находят оптимальные формы нового модельного ряда. Современная разработка новых автомобилей характеризуется многообразием компоновочных решений и стилистики кузовов.

Эстетика промышленных форм играет не последнюю роль в формировании внешнего вида изделия. Как правило, на эстетический фактор влияют маркетинговые исследования рынка и потребительских групп и требования производства. Эстетический фактор направлен на улучшение свойств изделия, его внешней и внутренней структуры средствами и методами проектного дизайна, а именно: композиционного поиска формы, гармонизации ее элементов, организации объемно-пространственной структуры с помощью средств компози-

ции для достижения композиционной целостности. Целью эстетического фактора является гармонизация формы на основе сложившейся морфологии изделия.

Технологический аспект проектирования легкового автомобиля нередко является одним из определяющих, так как диктует многие параметры будущего изделия. Технологии подразделяются на формообразующие и не формообразующие. Формообразующие технологии – это проектные и производственные технологии, результатом которых является видимое изменение морфологии и внешнего вида автомобиля. Технологии и материалы оказывают как прямое, так и опосредованное влияние на формирование объекта проектирования. При прямом влиянии происходит видимое изменение морфологической структуры и внешней формы транспортного средства. При косвенном влиянии, видимых изменений не наблюдается, но они выражаются в изменении физических, технических и эксплуатационных параметров.

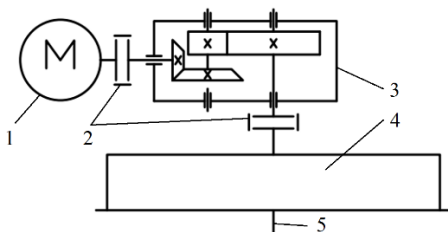
Все вышеперечисленные аспекты имеют обязательную взаимосвязь. В оптимальных условиях проектной разработки принципиально новых форм автомобиля, связь между всеми обозначенными позициями проектирования должна носить обратный характер. Безусловно, и то, что все они в равной степени участвуют в формировании транспортных средств.

## К ВОПРОСУ СОЗДАНИЯ СИЛОВОГО ПРИВОДА НИЗКОПОЛЬНОГО ТРАМВАЯ

Студент гр. 101101-15 Журавлев И.А.

*Научный руководитель – канд. техн. наук, доц. Поварехо А.С.*

Современные требования по повышению комфорта пассажиров, ускорению посадки-высадки пассажиров привело к необходимости создания трамваев с пониженным уровнем пола. Однако традиционная компоновка, когда колесные пары объединены в тележки и силовой привод, включающий тяговый электродвигатель и редукторные узлы, располагается между колесами тележки требует достаточно большого пространства. Кроме того, жесткая связь колес осей ухудшает маневренные качества и повышает износ пути на криволинейных участках. После анализа патентов и существующих аналогов за основу была принята схема с выносным редуктором, который располагается с внешней стороны колесной оси (рисунок 1).



1 – тяговый электродвигатель;  
2 – соединительные муфты;  
3 – выносной редуктор; 4 – колесо;  
5 – колесная ось

Рисунок 1 – Схема силового привода оси низкопольного трамвая

Ось имеет мономоторный привод, в котором тяговый двигатель подвешен к кузову в стороне от центрального прохода и соединен через двухступенчатый осевой редуктор с одним из колес трамвайной оси. Аналогичная схема реализована для всех тележек, причем расположение выносного редуктора чередуется с левой и правой стороны.

Индивидуальный тяговый привод с выносным редуктором позволяет уменьшить массу трамвая за счет отсутствия громоздких двухосных тележек, обеспечить низкий уровень пола по всей длине вагона, упростить технологию ремонта; понизить силы сопротивления и воздействия на путь при прохождении криволинейных участков.



**ОЦЕНКА РАЗГОННЫХ КАЧЕСТВ ТРАМВАЯ**

Студент гр. 101101-15 Гончар И.Д.

*Научный руководитель – канд. техн. наук, доц. Поварехо А.С.*

Время равномерного движения подвижного состава городского электрического транспорта обычно невелико по сравнению с общим временем его движения. Анализ приведенных в литературе диаграмм движения маршрутного электротранспорта на перегонах показывает, что в городских условиях трамваи движутся равномерно лишь 15–25 % от общего времени, от 30 до 45 % времени приходится на ускоренное движение и 30–40 % – на движение накатом (выбег) и торможение. Приемистость оценивается временем разгона до заданной скорости на заданном пути или за заданное время.

При разработке новых конструктивных решений силовой передачи трамвая, важным является оценка его разгонных качеств, которые оцениваются величиной ускорения для случая разгона подвижного состава на горизонтальном участке рельсового пути. Расчет проводится с использованием динамической характеристики подвижного состава по формуле:

$$a = \frac{(D - \psi) \cdot g}{\delta_{п.м.}}$$

где  $D$  – динамический фактор;  $\psi$  – коэффициент сопротивления движению;  $g$  – ускорение свободного падения, м/с<sup>2</sup>;  $\delta_{п.м.}$  – коэффициент приведенной массы.

В данной работе выбраны параметры тяговых электродвигателей, рассчитаны и построены динамическая и разгонная характеристики низкопольного трамвая с мономоторным силовым приводом колес.

Полученные в результате расчетов динамическая характеристика, представляющая зависимость динамического фактора от скорости движения и разгонная характеристика рассматриваемого трамвая, представляющая зависимость ускорения от скорости движения подвижного состава, приведены на рисунках 1 и 2 соответственно.

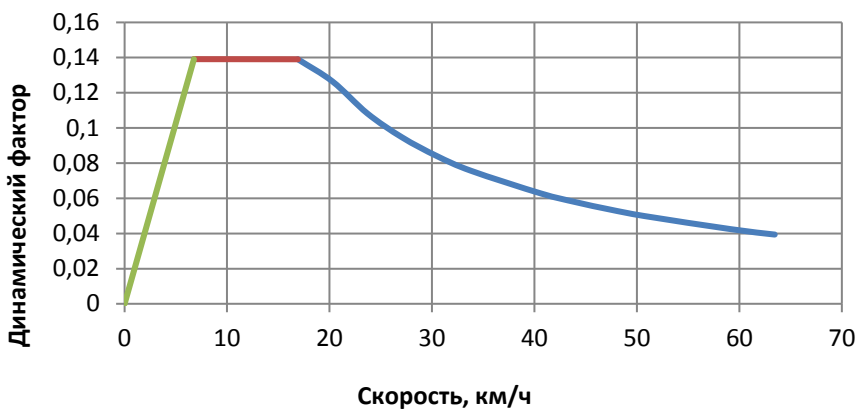


Рисунок 1 – Динамическая характеристика низкопольного трамвая

Из графика видно, что при увеличении скорости динамический фактор  $D$  увеличивается, но достигнув максимума  $D=0.14$ , динамический фактор стремится к 0.

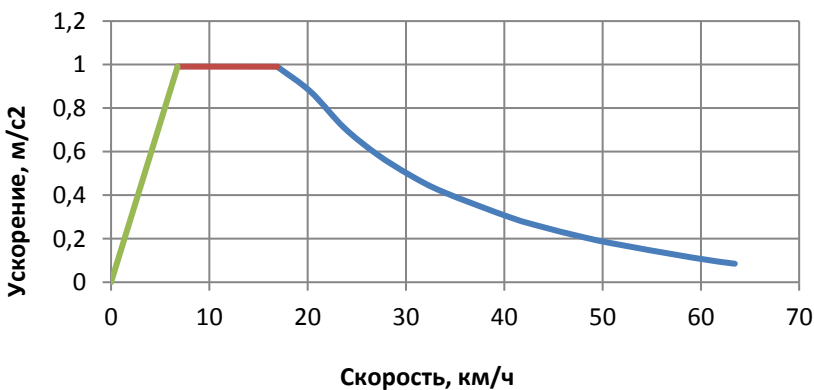


Рисунок 2 – Разгонная характеристика низкопольного трамвая

Результаты расчетов показывают, что трамвай имеет удовлетворительные разгонные качества.

## СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТОРМОЗНОЙ СИСТЕМЫ КОЛЕСНОГО ТРАКТОРА

Студент гр. 101101-15 Елисеев М.А.

*Научный руководитель – канд. техн. наук, доц. Поварехо А.С.*

Целью настоящей работы является создание предпосылок для усовершенствования конструкции тормозной системы трактора БЕЛАРУС 1523. Для достижения этой цели проведен анализ тормозных систем современных колесных тракторов, выбрана и обоснована конструкция тормозных механизмов (ТМ) и типа привода к ним для тракторов «БЕЛАРУС» тягового класса 2–3. Для оценки эффективности работы предлагаемой конструкции проведен силовой, параметрический расчёты тормозного механизма и анализ эффективности торможения трактора.

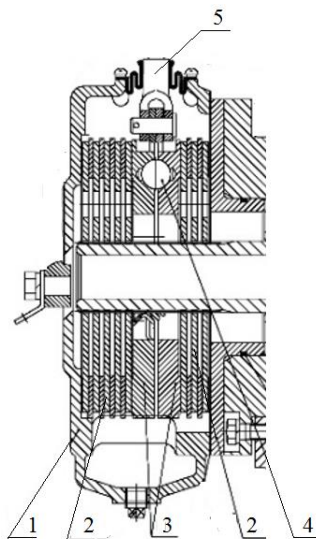


Рисунок 1 – ТМ базовой конструкции: 1 – корпус; 2 – пакет дисков; 3 – нажимные диски; 4 – шариковый механизм сжатия дисков

В базовой конструкции ТМ трактора состоит из восьми фрикционных дисков, помещенных в масло и находящихся корпусе. Сжатие пакета дисков осуществляется шариковым клиновым механизмом разжима, управление которым осуществляется через систему тяг и рычагов с помощью гидростатического тормозного привода (рисунок 1).

Одним из недостатков применяемых в базовой конструкции трактора ТМ является наличие в приводе шарикового клинового механизма сжатия дисков. С одной стороны, наличие сервоэффекта позволяет повысить эффективность тормозного механизма, т.е. создаваемый тормозной момент. С другой стороны, сервоэффект приводит к снижению качества следящего действия, что ухудшает управление процессом торможения. Причем при незначительном изменении коэффициента трения, которое может

быть вызвано температурными изменениями на поверхностях трения, износом пар трения и другими факторами, момент трения меняется значительным образом. Кроме того, наличие рычажного привода нажимных дисков приводит к необходимости регулировки ТМ, а при износе пар трения – к изменению силового и кинематического передаточного отношения от тормозной педали к нажимным дискам. Это в процессе эксплуатации вызывает снижение создаваемого ТМ тормозного момента, и дополнительные издержки на обслуживание тормозной системы.

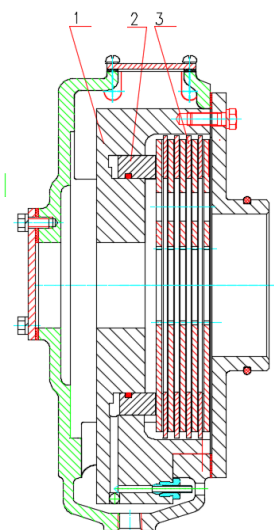


Рисунок 2 – ТМ прямого действия: 1 – корпус; 2 – кольцевой поршень; 3 – пакет дисков

Для устранения указанных недостатков предлагается использовать на рассматриваемых трактора дисковые ТМ прямого действия с гидроприводом, где в качестве нажимного устройства выступает кольцевой поршень (рисунок 2).

Расчеты показали, что вместо восьми фрикционных дисков в базовой конструкции ТМ, достаточно использовать пять, что положительно скажется на компоновке и себестоимости ТМ.

В качестве привода рабочих тормозных механизмов предлагается использовать гидродинамический тормозной привод, используя штатную гидравлическую систему трактора. Это позволит увеличить энергоемкость тормозной системы и надежность ее работы по сравнению с базовым вариантом.

Стояночный ТМ предлагается разместить в коробке передач.

Решение об использовании гидроаккумуляторов и их энергоемкости будет приниматься по результатам расчета дальнейших исследований.

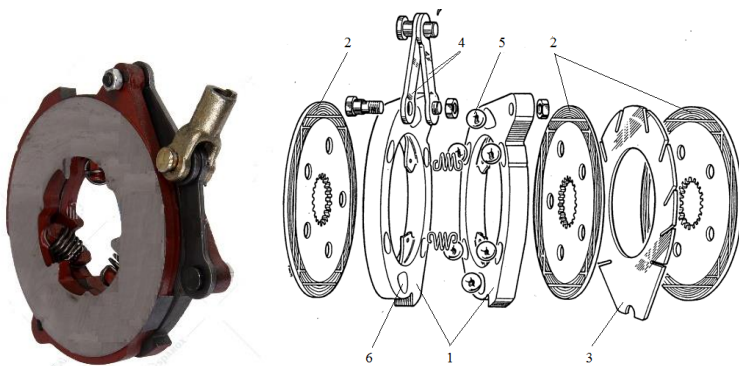
## ВЛИЯНИЕ ИЗНОСА ФРИКЦИОННЫХ НАКЛАДОК НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ ТОРМОЗНЫХ МЕХАНИЗМОВ

Студент гр. 101081-15 Ильючик А.В.

*Научный руководитель – канд. техн. наук, доц. Поварехо А.С.*

Тормозная система любого транспортного средства является одной из важнейшей, обеспечивающей не только повышение безопасности движения, но и повышение производительности за счет увеличения скоростей движения. Поэтому, несмотря на достигнутые в области создания тормозных систем результаты, их совершенствование является весьма актуальной задачей.

Колесные тракторы и созданные на их базе машины оборудуются тормозными механизмами (ТМ) различных типов. Одними из широко применяемых на тракторах малого и среднего тяговых классов являются многодисковые тормозные механизмы с самоусилением. В качестве нажимного устройства в них используется шариковый клиновой механизм. (рисунок 1).



1 - нажимные диски; 2 - фрикционные диски; 3 – промежуточный диск;  
4 - привод нажимных дисков; 5, 6 – шарики и лунки разжимного механизма

Рисунок 1 – Дисковый ТМ с самоусилением

Наряду с целым рядом преимуществ, таких как, простота конструкции, небольшие габариты, высокая эффективность и др., они имеют ряд недостатков.

Как было установлено, существенные проблемы использования дисковых тормозных механизмов с самоусилением связаны также с используемым для их замыкания приводом. Проблемы, вызванные сложностями точных регулировок тормозных механизмов левого и правого бортов трактора, усиливаются механическим приводом, вносящим дополнительное рассогласование из-за различных износов шарниров, податливостей тяг и других причин.

Установка тормозных педалей в кабине, которая крепится к остову трактора через кронштейны с резиновыми подушками, вызывает характерную проблему механических связей. Так как в процессе торможения происходит деформация упругих элементов, перемещение кабины относительно тормозных педалей приводит к изменению позиции ноги водителя, что вызывает переменное силовое воздействие на тягу рычажного механизма тормоза.

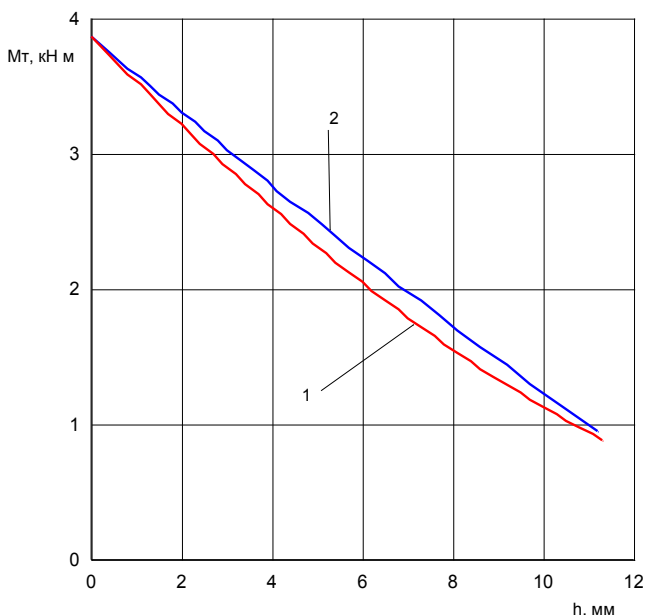


Рисунок 1 – Зависимости тормозных моментов от суммарного осевого хода нажимных дисков: 1 – торможение на переднем ходу; 2 – торможение на заднем ходу

В результате проведенных расчетов установлено, что для данного тормозного механизма характерно снижение разжимного усилия и, соответственно, тормозного момента по мере увеличения суммарного осевого хода нажимных дисков. Полученные зависимости приведены на рисунке 1. Причем для движения машины передним и задним ходом эти зависимости отличаются.

Для обеспечения нормальной работы фрикционных пар сухого трения рекомендуемый зазор между ними в выключенном состоянии должен быть 0,4...0,5 мм. Принимая во внимание высокий коэффициент усиления тормозного механизма с шариковым разжимным механизмом, для исключения эффекта самоторможения необходимо обеспечить еще большие величины зазоров. Таким образом, суммарный осевой зазор между поверхностями трения тормозного механизма будет составлять 2–3 мм.

Использование фрикционных дисков с накладками из материалов, работающих в масле, позволяет получить улучшенные тормозные характеристики, в частности при длительных пробуксовках пар трения, по сравнению с сухими тормозными механизмами. Кроме того, снижается нелинейность характеристики тормозного момента вследствие износа или разрегулировок, так как тормозной механизм, работающий в масле, оказывается менее чувствительным к этим неблагоприятным условиям.

УДК 725.314

## **СИСТЕМА СИНХРОНИЗАЦИИ ОТКРЫВАНИЯ/ ЗАКРЫВАНИЯ ДВЕРЕЙ МЕТРОПОЛИТЕНА НА СТАНЦИЯХ**

Студент группы 101101-17 Гусько В.А.

*Научный руководитель - ст. препод. Дзёма А.А.*

Станции метрополитена являются потенциально опасными местами общественного пользования. Во многих странах мира устанавливаются защитные экраны в виде платформенных раздвижных дверей и ведутся разработки по модернизации защитных экранов различных типов. Защитные экраны выполняют функции: предотвращают падения людей на пути, ограничивают доступ на пути и в тоннели, уменьшают риск несчастных случаев, предотвращают попадание на пути мусора и различных предметов.

В рамках исследования производится анализ и сравнение защитных экранов на станциях метрополитена и способы синхронизации открывания/закрывания дверей вагонов и станции следующих конструкций: с платформенными раздвижными дверями, автоматическими платформенными воротами, подъёмным барьером и неподвижным барьером. Наиболее оптимальной по критериям эффективность-безопасность-стоимость является система с автоматическими платформенными воротами. Совмещение дверей поезда метрополитена и станции производится машинистом по знаку «Остановка первого вагона» и контролируется блоком светильников открытия станционных дверей на основе фотоэлементов, находящихся на уровне первого вагона. Специальное устройство должно синхронизировать время, очередность и скорость открытия/закрытия дверей вагонов и станции. Предусматриваются следующие способы открытия дверей: автоматически, с пульта управления для машиниста или диспетчера по станции, ручное открытие двери с платформы, аварийное открытие со стороны поезда. Во избежание попадания людей и посторонних предметов между станционными дверями и поездом установлена система, которые при помощи инфракрасного луча определяют, свободен ли просвет между поездом и станционной стеной. В случае попадания чего-либо в это пространство в рельсовую цепь подаётся нулевая частота для запрещения отправления поезда.



## **СИСТЕМА АВТОМАТИЧЕСКОГО ВОЖДЕНИЯ ТРАМВАЯ**

Студентка группы 101101-17 Ермакова А.М.

*Научный руководитель - ст. препод. Дзёма А.А.*

Развитие промышленности и экономики передовых стран существенным образом зависит от дальнейшего совершенствования транспортных средств и систем, которые должны обеспечивать повышение мобильности населения, эффективности грузопассажирских перевозок, повышение безопасности дорожного движения, снижение экологической нагрузки на окружающую среду, повышение комфортности водителей и пользователей транспорта. Одним из приоритетных направлений при решении этих задач является создание наземных беспилотных транспортных средств и систем помощи водителю. Среди наземного городского пассажирского транспорта развитие беспилотных трамваев является одним из самых легко реализуемых. Это связано с тем, что трамвай движется по рельсам, переключение стрелочных переводов осуществляется дистанционно на основе электромагнитного привода или высокочастотных бесконтактных устройств, контактная сеть не имеет сложных спецчастей.

Предлагается внедрить систему автоматического вождения трамвая на базе трамвая Stadler В863, включающую: цветные видеокamеры высокого разрешения, лидары и радары с углом обзора 360° и радиусом действия до 200 м; вычислительный блок с современными нейро-алгоритмами; высокочастотный GNSS сенсор; комплекс защиты питания и контроля отказов; блок интеграции с системами тяги и торможения. Большая часть оборудования установлена в области кабины, часть сенсоров и камер будет следить за пассажирами для безопасного открытия и закрытия дверей, часть камер – на углах корпуса для контролирования «слепых зон». Все данные синхронизируются в единый постоянный информационный поток, который управляет движением.

Безусловно помимо обеспечения трамвая современными технологиями для системы автоматического вождения, нужно создавать особые условия: менять законодательство, вводить новые стандарты, а также совершенствовать дорожную и телекоммуникационную инфраструктуру.

## **СКОРОСТНЫЕ ЛИНИИ ГОРОДСКОГО ТРАНСПОРТА**

Студент группы 101101-17 Фолитарчик Д.Ю.

*Научный руководитель - ст. препод. Дзёма А.А.*

Средняя эксплуатационная скорость нерельсового городского пассажирского транспорта в г. Минск составляет примерно 17,7 км/ч. Альтернативой увеличения скорости сообщения является развитие скоростных линий нерельсового городского транспорта (СЛНГТ). Скоростной автобус/электробус на определенных участках пути сможет разогнаться до 50-60 км/ч, а с учетом остановок, замедления хода на подъемах, его примерная средняя скорость составит 35 км/ч что будет являться неплохим показателем для общественного транспорта. Для примера, средняя скорость поездов Минского метрополитена – 40,7 км/ч.

Для эффективного развития СЛНГТ на дороге они должны иметь преимущество на светофорах и перекрестках, чтобы преодолевать их без потери времени, а на крупных перекрестках возможен вариант проезда по специальной эстакаде, либо под проезжей частью – в тоннеле. Удобнее всего будет разместить СЛНГТ посередине улицы, это менее опасно для пешеходов, не будет возникать проблем с выездом на улицу машин из дворов/стоянок. Также для безопасности посадки/высадки пассажиров необходимо проектировать подземные пешеходные переходы к остановкам, которые можно выполнить в виде закрытых терминалов с бесконтактной системой оплаты, что позволит повысить рентабельность перевозок, уровень комфорта для пассажиров, особенно в зимний период. Опыт проектов по всему миру показывает, что для планирования и реализации СЛНГТ требуется значительно меньше времени, чем для схожих систем рельсового транспорта. Развитие СЛНГТ целесообразно на пересечении крупных улиц с линиями метрополитена для организации сообщения между микрорайонами. Например, использовать существующие радиальные транспортные магистрали г. Минска (2-е транспортное кольцо, участки улиц Кунцевщина, Лобанка, Горецкого и др.). Возможность применения в СЛНГТ подвижного состава повышенной вместимости, в том числе электробусов, в перспективе положительно скажется на улучшении экологической ситуации в столице.

**ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ГРУЗОВОГО ТРАМВАЯ**

Студент группы 101101-17 Сокол А.А.

*Научный руководитель - ст. препод. Дзёма А.А.*

Основными источниками загрязнения городской среды являются автотранспорт и промышленные предприятия. Для улучшения экологии в городе необходимо вынести промышленные предприятия за черту города. Постройка новых заводов далеко от города, требует подвоза рабочих, сырья, материалов и экспорта готовой продукции. Предлагается использовать трамваи для данной работы, т.к. он более экономичный чем троллейбус (за счёт меньшего коэффициента сцепления и большей пассажироместимости) и более экологичный, чем автобусы и грузовые автомобили. Учитывая, что пассажиропоток на таких линиях в основном связан с началом и окончанием рабочих смен, а в остальное время трамвайные пути будут не задействованы, то предлагается использовать грузовой трамвай. Данный вид транспорта успешно используется в Дрездене, Амстердаме, Цюрихе.

Также целесообразно применять грузовой трамвай для сбора и вывоза твёрдых коммунальных отходов (ТБО) из города на полигоны или мусороперерабатывающие заводы. Ежедневно на единственный действующий полигон под Минском привозят примерно 350-500 тыс. т. или 10 тыс. м<sup>3</sup> мусора. Конечно, грузовой трамвай-мусоровоз не может сравниться по маневренности и мобильности с мусоровозом на базе грузовых автомобилей, но работая в едином комплексе будет являться эффективным. Для сравнения, стандартный мусоровоз с боковой загрузкой КО-449Б-41 на базе МАЗ-4380Р2 способен вместить в кузов 13 м<sup>3</sup> бытовых отходов массой не более 4,25 т. При этом один вагон грузового трамвая сможет вместить до 90 м<sup>3</sup> массой до 20 т. Мусоровозы на базе МАЗ собирают ТБО и свозят их на перегрузочные площадки в пределах города, а оттуда грузовой трамвай транспортирует их на полигон.

Подвижной состав для грузового трамвая целесообразно использовать модульный. Трамвайный грузовой поезд будет включать трамвай-тягач и прицепные вагоны, которые могут быть различных типов в зависимости от перевозимых грузов.

**СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СИСТЕМЫ  
АВТОМАТИЧЕСКОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ СКОРОСТИ  
ПОЕЗДОВ МЕТРОПОЛИТЕНА**

Студентка группы 101101-17 Долмат Д.Г.  
*Научный руководитель - ст. препод. Дзёма А.А.*

Метрополитен является основным видом пассажирского транспорта крупнейших городов. Высокая интенсивность движения предъявляет повышенные требования к устройствам интервального регулирования движения. Для увеличения пропускной способности и степени безопасности движения поездов на линиях метрополитена применяют систему автоматической локомотивной сигнализации с автоматическим регулированием скорости (АЛС-АРС), представляющую собой комплекс устройств, предназначенных автоматически, с помощью тормозных средств поезда, регулировать скорость движения таким образом, чтобы расстояние до препятствия было не менее тормозного пути при фактической скорости поезда. Недостатком данной системы управления является то, что она не вмешивается в работу машиниста, если он не превышает допустимую скорость.

В ближайшее время планируется открытие третьей ветки Минского метрополитена, оборудованной системой предотвращения попадания пассажиров на пути, которая состоит из защитных экранов с раздвижными дверями, установленных на станциях. Для обеспечения автоматического открывания дверей на станции необходимо обеспечить точное расположение дверей поезда метрополитена напротив них. В настоящее время точность остановки первого вагона контролируется машинистом и зависит от его профессионального мастерства. Предлагается усовершенствовать существующую систему АЛС-АРС, путем установки перед въездом на станцию инфракрасного передатчика для формирования управляющих команд на антенну, расположенную на головном вагоне поезда. Сигнал от передатчика декодируются и подается в блок автоматического регулирования скорости, который на основании алгоритма определяет требуемую эффективность торможения для остановки первого вагона в заданном месте и формирует управляющие сигналы для блока БУМ.

УДК 629.7.02

## **БЕСПИЛОТНОЕ ТРАНСПОРТНОЕ СРЕДСТВО ДЛЯ ПОЧТОВОЙ СЛУЖБЫ**

Студентка группы 101101-17 Ясевич В.О.  
*Научный руководитель - ст. препод. Дзёма А.А.*

В последнее время в мире ведется разработка систем для оперативной доставки корреспонденции и посылок небольших габаритов и веса с использованием летательных аппаратов. Наиболее предпочтительными для данных целей являются электрические модели, т.к. их проще обслуживать. Предполагается, что заранее известны масса, габариты, назначение груза, а также расстояние и место его доставки. Технические требования к беспилотным транспортным средствам для почтовой службы (БТС) определяются конкретным их применением в зависимости от заданных пунктов назначения. В состав аппаратуры, которой должен быть оснащен БТС входят: блок управления и навигации, источник энергии, электрический двигатель, инвертор, канал связи и датчики. Блок управления и навигации является программно-аппаратным комплексом и выполняет несколько функций: оценка положения и параметров движения в пространстве, управление исполнительными механизмами и электродвигателем, информационный обмен с пунктом управления. От источника энергии зависит время автономной работы и дальность полета БТС. В данной конструкции применяются аккумуляторные батареи на основе лития. Электрический двигатель - синхронный с постоянными магнитами. Его работу обеспечивает инвертор (он же регулятор хода, он же драйвер) Канал связи необходим для обмена информацией с пунктом управления. В качестве канала при использовании БТС целесообразно использовать инфраструктуру сотовой связи. Для повышения надежности радиосвязи можно использовать несколько каналов одновременно, применяя разные диапазоны и архитектуры. Датчики измеряют угловые скорости аппарата и линейные ускорения, навигационная система определяет координаты.

На данный момент основным препятствием на пути к активному коммерческому использованию беспилотных транспортных средств для организации доставки являются не технические, а законодательные и различного рода регуляторные вопросы.

## **ЭЛЕКТРИЧЕСКОЕ ТРАНСПОРТНОЕ СРЕДСТВО ДЛЯ СЛУЖБЫ ДОСТАВКИ**

Студентка группы 101101-17 Пузыревская А.В.

*Научный руководитель - ст. препод. Дзёма А.А.*

На сегодняшний день стала востребована услуга срочной доставки, малогабаритных грузов курьером. Эта услуга сейчас очень развита и конкурентоспособна на рынке, для которой очень важно не допустить простоя. На первое место здесь встает надежность, оперативность и качество доставки товаров. При выборе транспортного средства для работы курьером все больше компаний выбирают электрические транспортные средства. Этому способствуют как изменения на законодательном уровне (Указ Президента Республики Беларусь №92 от 12.03.2020 г. «О стимулировании использования электромобилей»), так и преимущества электрических транспортных средств в виду низких эксплуатационных расходов, экологичности, низкого уровня шума, также такие транспортные средства благодаря современному дизайну выполняют и рекламную функцию. Кроме того, электротранспорт может подзаряжаться непосредственно возле офисов во время ожидания/оформления заказа.

Основные характеристики, которыми должно обладать электрическое транспортное средство для службы доставки: запас хода, достаточный для работы курьера за рабочую смену, быстрая зарядка, большее количество циклов заряда/разряда батареи, низкие эксплуатационные расходы, малый вес и габариты, чтобы легко проезжать мимо других автомобилей и легко парковаться, номинальный комфорт и безопасность, вместительный багажник, максимальная скорость до 95 км/ч. Для этих целей подходят электромобили А-класса (трехдверный хэтчбек длиной до 3,6 м, шириной - 1,6 м), грузовой электрический скутер (трехколесное средство, выполненное в виде капсулы или как бы составленное из двух частей: первая половина – от мотоцикла/мопеда, задняя – от грузового отсека автомобиля, построенного на базе легковушки) или грузовой электровелосипед (трехколесное или четырехколесное средство, выполненное в виде фургона или оснащенного грузовой платформой).

**СКЛАДНОЙ ЭЛЕКТРОСАМОКАТ**

Студентка группы 101101-17 Спиридонова Е.Н.

*Научный руководитель - ст. препод. Дзёма А.А.*

Применения электрической энергии от подзаряжаемого источника питания нашел широкое распространение в нашей повседневной жизни. Он используется не только в портативных гаджетах, но и в электрических транспортных средствах. К примеру, стали актуальны такие средства передвижения как электросамокаты и гироскутеры. Обладая достаточно высокой скоростью для передвижения по тротуару, они позволяют сэкономить время передвижения из одного пункта в другой, при этом не нанося вред окружающей среде. Простое сравнение стоимости обслуживания электросамоката, даже с общественным транспортом, показывает, что использование этого гаджета намного выгоднее. При весе в 10–15 кг запас хода составляет порядка 25–40 км, что достаточно для передвижения на работу или учебу в пределах города. Популярность приобретают самокаты, которые имеют возможность складываться, тем самым обеспечивая возможность удобной переноски и более компактного размещения.

Основной целью и задачей данной работы является определение способа складывания электросамоката, учитывая его конструктивные особенности и размещение питающей части, нахождение оптимального варианта складывания для максимальной компактности и удобства переноски электросамоката.

В предложенной конструкции электросамоката имеет складную ручку, которая при помощи нескольких фиксаторов удерживается в разложенном виде. При нажатии на фиксаторы и их повороте рулевой вал складывается вниз. Электропроводка контролера и механизмы управления в момент складывания сматывается на «катушку». Электрическое мотор-колесо устанавливается на передней оси электросамоката. Батарея располагается внутри рамы, закрытая защитным кожухом для предотвращения попадания внутрь влаги и пыли. При необходимости стопперы вывинчиваются, и задняя часть задвигается внутрь передней. Между частями рамы может быть установлен стоппер-защелка, с помощью которого ручка руля будет прилегать к платформе.

## **МИКРОАВТОБУС С ЭЛЕКТРИЧЕСКИМ ПРИВОДОМ**

Студент группы 101101-17 Пилипец Н.В.

*Научный руководитель - ст. препод. Дзёма А.А.*

Микроавтобус чаще всего применяется как маршрутное транспортное средство для внутригородских перевозок, также большинство крупных организаций содержат их в своем автопарке. В настоящее время актуальным является разработка таких транспортных средств с электрическим приводом. К преимуществам электропривода транспортных средств относятся: высокие тяговые характеристики, отсутствие шума и неприятного выхлопа, электромотор не надо запускать и заставлять его работать на холостом ходу, отсутствие сложных и дорогостоящих агрегатов, таких как коробка передач или вариатор.

Предлагаемый микроавтобус характеризуется кузовом вагонного типа, высота которого чаще всего рассчитана на стоящего человека, что вызывает повышение центра тяжести и приводит к ухудшению устойчивости, увеличивает склонность к опрокидыванию, влияет на перераспределение нормальных реакций по колесам при разгонах и торможении, а также при кренах автомобиля во время поворотов. Компоновка микроавтобуса позволяет расположить батарею под полом в колесной базе, а электромоторы, расположенные на передней и задней осях, повышают комфорт пассажиров при разгонах и резких торможениях, а также увеличивают суммарную энергию рекуперации. Снижение снаряженной массы можно достичь, используя в конструкции кузова детали из алюминиевых сплавов или стеклопластика, которые также повышают коррозионную стойкость и срок службы кузова.

В результате анализа маршрутов с учетом рельефа местности, среднего количества остановок для обеспечения перевозок в пределах г. Минска можно использовать микроавтобус с электрическим приводом мощностью 100 кВт с блоком аккумуляторных батарей емкостью 40–50 кВт·ч обеспечивающих электромобиллю пробег в 160–200 километров с максимальной скоростью 90 км/ч. При этом время для подзарядки батареи во время рабочей смены от станции типа *Mode 4* до 80% должно составлять не более 45–60 минут.



## ТРАНСМИССИЯ ЭЛЕКТРОБУСА С ЗАДНИМ КОМБИНИРОВАННЫМ МОСТОМ

Студент группы 101101-17 Лукьянчик С.Д.

Научный руководитель - ст. препода. Дзёма А.А.

В последнее время на ряду с классической компоновкой трансмиссии с задним ведущим мостом на пассажирском транспорте начали появляться схемы со всеми управляемыми колесами и задним комбинированным мостом. К положительным сторонам трансмиссии с задним комбинированным мостом относится увеличение манёвренности благодаря меньшему радиусу поворота и реализации функции «крабовый ход», позволяющей облегчить выезд с остановочных пунктах, улучшение управляемости электробуса, полностью низкий пол в салоне, что упрощает компоновку и повышает комфорт для пассажиров. Наиболее серьёзным минусом считается более сложная конструкция трансмиссии и системы задней подвески, что влияет на стоимость автомобиля и увеличивает затраты на ремонт.

На рисунке 1 представлена кинематическая схема трансмиссии заднего комбинированного моста электробуса. Электродвигатель 1 располагается в заднем свесе перпендикулярно продольной оси электробуса. Двухступенчатый редуктор 3 со встроенным дифференциалом соединяется с электродвигателем при помощи упругой муфты 2. Крутящий момент от полуосевых шестерен дифференциала передается на колеса через карданные передачи 4.

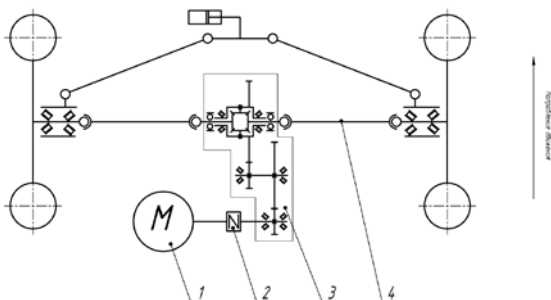


Рисунок 1 – Кинематическая схема трансмиссии заднего комбинированного моста электробуса

## **РАЗРАБОТКА КОНЦЕПЦИИ ДИЗАЙН-ПРОЕКТА ГОРОДСКОГО ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ГРУЗОВИКА**

Студент группы 101161-16 Павлович Д.В.

*Научный руководитель - ст. препод. Дзёма А.А.*

В мировой экономике в последнее время уходит эпоха топлива, основанного на невозобновляемых источниках. Этому есть ряд причин, таких как повышение цен на мировом рынке, загрязнение атмосферы, постепенно снижение запасов топливных ресурсов. Поэтому на смену традиционному автомобильному транспорту, в том числе и грузовому, приходит транспорт следующего поколения – с электроприводом. В связи с вводом в нашей стране в 2020 году атомной электростанции, которая будет покрывать основные потребности страны в электричестве, одновременно появляется резерв электроэнергии, который можно направить на развитие электротранспорта. Создание компактного электрического грузовика поможет успешней развивать городскую инфраструктуру. Электрогрузовик не выбрасывает в атмосферу вредные выбросы и не загрязняет её, что улучшает экологию города. Предложенный дизайн электрогрузовика сделает продукцию более привлекательным и современной, с элементами футуризма (рисунок 1). Некупольная низкопольная эргономическая кабина электрогрузовика позволяет повысить комфорт управления и посадки благодаря возможности расположить рабочее место водителя в переднем свесе, что увеличивает обзор и уменьшает пространство мертвых зон. На грузовике можно установить различные грузовые модули, например, для перевозки коммерческих грузов или для коммунальных служб с установкой мусоросборного модуля.

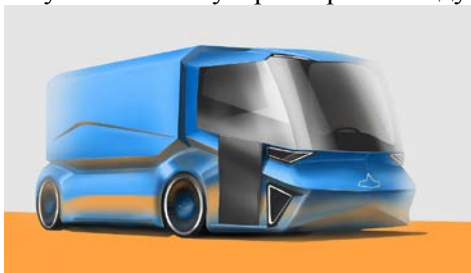


Рисунок 1 – Дизайн-проект городского электрического грузовика

УДК 712.7, 629.322

## АРТ-ОБЪЕКТ НА ТЕМУ МАЛОГО ГОРОДСКОГО ТРАНСПОРТА

Студентка группы 101161-18 Курило А.А.

*Научный руководитель - ст. препод. Иванова Г.Л.*

Самый популярный малый транспорт — это велосипед. Велосипед очень популярен среди всех групп населения. Он существовал во все времена и усовершенствовал свою форму и материал. Велосипед помимо своей главной функции – средства передвижения, может выполнять и декоративную, выполненную в разных стилях, например, постмодерн.

Постмодерн — старая стилистика для новых объектов. Основные характеристики: возвращение к бежевым цветам; динамичные линии; рациональные и свободные формы; легкие, оригинальные конструкции; контрастные текстурные и фактурные сочетания. Применение искусственной кожи, никелированных и хромированных материалов. Готика (XII-XIII вв.) – период наивысшего развития средневековой христианской культуры для большинства Европейских стран. Для готического искусства характерны строгость, сдержанность, стремление ввысь, статичность, воздушность. Велосипед в данном стиле прекрасно подчеркнет красоту истории и отлично впишется в городской интерьер.

Конструкция статична и стремиться вверх, колеса оформлены на основе «готической розы», что дает воздушность. Основным материал для изготовления железо – доступный и экологичный. Кованный металл достаточно стойкий к внешним воздействиям, конструкция прослужит долго. Колеса имеют фрагменты стекла. В случае грубых повреждений, есть возможность переплавки или замены конструкции, части конструкции.

Данный арт-объект будет актуален в городской среде. Объект прекрасно подчеркнет значимость малого транспорта и истории дизайна. Так же можно усовершенствовать характеристики объекта: рационально будет заменить стекло на пластик в целях безопасности, в дальнейшем есть возможность изобразить в данном стиле такой малый транспорт как самокат, трехколесный велосипед и т.д. или развить данный арт-объект в различных исторических стилях.

## ШКОЛЫ АВТОМОБИЛЬНОГО ДИЗАЙНА Г. МИЛАН, ИТАЛИЯ

Студент группы 101161-17 Кузьмина В.В.

Научный руководитель - ст. препод. Лукьянчик В.Н.

Художественные и культурные традиции Италии оказали большое влияние на итальянский автомобильный дизайн. Город Милан известен одним из самых важных людей в дизайне автомобилей Леонардо Фиораванти, который ответственен за целое поколение культовых *Ferrari*.

Леонардо Фиораванти – скромный человек, но его достижения не могут быть уменьшены. По его мнению, лучшим инструментом личной свободы является автомобиль. Основная философия его замыслов заключается в функции. «Функция - это то же самое в любой точке мира - колесо должно быть круглым, дверь должна открываться. Затем приходит эстетика, то, как что-то кажется глазам. Наконец, как человек относится к эстетике? Это стиль», - говорит Леонардо. У итальянцев есть естественный подход к функционированию, говорит он, к стилю, эстетике и оригинальности. У них необыкновенная смелость стремиться к простоте.

Когда речь идет о Милане, стоит также отметить знаменитый *Alfa Romeo*. Сегодняшние автомобили *Alfa Romeo* имеют философию - уникальный итальянский стиль с эффективным балансом мощности и веса. Стоит так же отметить значок *Alfa Romeo*. Два традиционных символа Милана - крест муниципалитета и змея Висконти, которые были включены в диск с надписью *ALFA-MILANO*, напечатанной по краю.

Школа итальянского автомобильного дизайна в г. Милан пронизана культурным влиянием, традициями, и итальянским духом. Его стилем и философией. Этот город подарил вдохновение талантливейшим людям Италии, которые в последствии оказали огромное влияние на мировой автомобильный дизайн.

УДК 7.021.2

## **ИЗУЧЕНИЕ СВОЙСТВ МАКЕТНЫХ МАТЕРИАЛОВ НА ПРИМЕРЕ ИЗГОТОВЛЕНИЯ МАКЕТА ДИРИЖАБЛЯ**

Студент группы 101161-18 Поцепня М.Г.

*Научный руководитель - ст. препод. Иванова Г.Л.*

Макетирование – это одна форма проектно-исследовательского моделирования, моделирования в объемных изображениях. Макет дает сведения об объемно-пространственной структуре, размерах, пропорциях, характере поверхностей, их пластике, цветофактурном решении и др. Для макета дирижабля были выбраны следующие материалы: фанера (каркас изделия); медицинские деревянные шпатели (гондола); кожа (обивка верхней части макета); алюминиевые банки (для внешней отделки); гвозди, шпагат, пластик, деревянные шпажки и др.

Для каркаса самого изделия была выбрана фанера, так как она обладает рядом ценных качеств, которые связаны с ее свойствами. Фанера производится из древесного шпона, а древесина – это самое чистое сырье. Оно не выделяет вредных веществ на протяжении всего времени эксплуатации и даже во время его утилизации. Фанера небольшой толщины достаточно легко поддается обработке и разным манипуляциям. При выборе материала для нижней части конструкции выбор пал на медицинские деревянные шпатели. Благодаря их свойствам, обработка занимает меньше времени и требует меньшего количества инструментов, нежели другие рассматриваемые варианты. Еще один используемый материал – натуральная кожа черного цвета. Она обладает достаточно высокой прочностью и эластичностью, при этом легко поддается обработке. Для улучшения внешнего вида макета использовались алюминиевые банки разной толщины. Кроме того, что их легко согнуть или обрезать, с помощью инструментов алюминию можно придать разные фактуры. Также для внешней отделки и создания более целостного вида изделия использовались, как маленькие, так и большие, пластиковые, деревянные, металлические детали.

Данный макет является демонстрационным и призван дать максимально полное представление об изделии и его основных свойствах, сформированных в процессе художественного конструирования.

**ИЗУЧЕНИЕ ИЗМЕНЕНИЙ В СТРУКТУРЕ РЕКЛАМНЫХ  
КОМПАНИЙ АВТОПРОМА В СВЯЗИ  
С ПОЯВЛЕНИЕМ ТЕХНОЛОГИЙ НЕЙРОМАРКЕТИНГА**

Студентка гр. 101161-16 Жученко А.

*Научный руководитель - ст. препод. Иванова Г.Л.*

Нейромаркетинг – это наука, использующая знания психологии и нейробиологии, с целью исследования истинных, скрытых от сознания, реакций потребителей на раздражители и влияния на потребительское поведение, а также использования этих данных для повышения эффективности коммерческих организаций. Существуют пять основных нервных анализаторов, с помощью которых возможно воздействие на человеческий мозг в рамках нейромаркетинга: зрение, обоняние, осязание, вкус, слух. Из всех перечисленных нервных анализаторов в рекламах чаще всего задействуются только зрение и слух.

В настоящее время исследования в области нейромаркетинга стали обязательным условием для успешного запуска рекламных компаний. К исследованиям потребительского поведения относятся: айтрекинг (отслеживание фокусировки взгляда человека); электроэнцефалография (исследование активности мозга); ФМРТ (отслеживание активности мозга при взаимодействии с раздражителем); электрическое сопротивление кожи, частота сердцебиения и дыхания; анализ эмоций с помощью камеры высокого разрешения. Данные исследования могут определить какие эмоции будут вызывать определенные цвета, звуки, запахи, вкусы или слова с целью привлечения аудитории. Также попадают ли важные объекты, элементы дизайна, текст в поле зрения человека. Ранее при исследовании потребительского спроса оценивались цветовые и формальные предпочтения различных социальных групп, их ценности, мотивации, физические и физиологические характеристики. Ниже рассмотрены наиболее эффективные приёмы в рекламных компаниях автопрома.

Позиция «Самое главное в центре» (основой и используется во всех рекламах автомобилей). Его сущность заключается в концентрации внимания потребителя на важных деталях, таких как автомобиль, логотип, слоган, значимые фразы (эффективность проверяется

с помощью айтрекинга) Данный метод использовала *Skoda Fabia* в своей рекламе *Car Bakers*. В момент прикрепления значка, центр внимания сместился с названия модели, таким образом компания позволила покупателю лучше запомнить свой бренд.

Акцент на последнем кадре. Этим методом воспользовался *Volkswagen*. Подобрав расслабляющие изображения, компания сделала акцент в последнем кадре, используя фразу «Безопасность существует!», сформировала образ безопасности в подсознании аудитории и бренд стал более узнаваем и продажи возросли.

Метод борьбы за лидерство. Ярким примером можно назвать рекламную борьбу «большой немецкой тройки»: *BMW*, *Mercedes* и *Audi*. Три лидера противостоят друг другу, снимая провокационные рекламы, при этом удерживая статус и престиж и поднимают продажи. Так как в этом методе есть соревновательный аспект, он больше рассчитан на аудиторию мужского пола.

Метод завоевания доверия потребителями. Фольксваген «Жук» выпускавшийся с 1946 по 2003 года, являлся самым массово производившимся автомобилем в истории. Считавшимся неказистым автомобилем в те времена, автомобиль вошел на американский рынок с помощью слоганов «Уродлив только снаружи» и «Этот уродец долго прослужит». Такое нестандартное признание от компании, создало впечатление уверенности у покупателей в том, что они знают, что приобретают. Тот же метод применили *Avis*, занимающие второе место со слоганом «Мы вторые и мы стараемся больше».

Метод нацеленный на наиболее обширную аудиторию. К нему относятся внедрение семейных ценностей в рекламу автомобилей (рекламы «*Skoda Octavia 2017 – Вся семья в сборе*» и «*Mazda - Driving matters*»), использование отрывков популярных фильмов в рекламах – «Реклама *Volkswagen* с Дартом Вейдером», а также «*Lada XRay Cross 2018*» с отсылкой к фильму «Сумерки».

Таким образом, применение методов нейромаркетинга для исследования традиционной и проектирования новой рекламы и анализа эффективности рекламных компаний автопрома позволило выделить наиболее эффективные из них с коммерческой точки зрения.

## СОЗДАНИЕ ПРЕЗЕНТАЦИИ ДИЗАЙН-ПРОЕКТА

Студентки гр. 101161-16 Жученко А., Нечаева В.В.

Научный руководитель - ст. препод. Лукьянчик В.Н.

Презентация дизайн-проекта – это публичное выступление с представлением перспективного проекта, и последующим обсуждением предлагаемой идеи. Форма преподнесения идеи заказчику играет наиважнейшую роль, так как от нее напрямую зависит реализация проекта. Исходя из этого, можно заключить, что презентация выполняет функции рекламы. Чтобы создать нужный образ идеи, понятный заказчику, в первую очередь создается эскиз. Эскиз – это визуализация идеи, свод правил необходимых для наиболее эффективного представления информации. Анализ следующих правил представлен ниже:

–Создание структуры презентации. Исходя из цели, формируются: вступление, обозначение проблемы, основная часть – решение проблемы и заключение – призыв к действию.

–Отказ от шаблонов *PowerPoint* и создание дизайнерских шаблонов с использованием трех основных цветов: два контрастных между собой ахроматические цвета и один хроматический цвет.

–Использование современных шрифтов *Open Sans, Helvetica*.

–Использование не более трех видов шрифтов, одной группы.

–Размер шрифта. Текст должен быть достаточно крупным, удобным для чтения.

–Выделение важной информации. Важные фразы или слова следует выделять цветом, подчеркивать или использовать курсив.

–Выбор цвета шрифта. Текст должен быть контрастным по отношению к цвету фона.

–Использование качественных картинок с разрешением не менее 1000 пикселей по высоте и ширине.

–Разумная компоновка текста и картинок. Не следует располагать их близко друг к другу, для лучшего восприятия информации.

–Смысловая связь между картинкой и текстом. Смысл картинки должен соответствовать смыслу текста.

–Отказ от использования рамок и 3D иконок.



УДК 712.7, 629.322

## **СТИЛИСТИЧЕСКИЕ ИНТЕРПРЕТАЦИИ ТРАКТОРА ДЛЯ ПОПУЛЯРИЗАЦИИ ТРАКТОРОСТРОЕНИЯ**

Студентка группы 101161-18 Молчанова В.А.

*Научный руководитель - ст. препод. Иванова Г.Л.*

Колесная и гусеничная техника является неотъемлемой частью жизни любого человека в наше время. Но ей все равно уделяется меньше внимания, чем легковому транспорту, особенно с эстетической стороны. Чаще всего внимание падает на легковой транспорт, его разработку, как технической, так и визуальной составляющей (его используют не только в качестве средства передвижения, но и для визуализации определенного статуса, как арт-объекты, предметы эстетической ценности т.д).

Трактор – это самодвижущаяся машина, выполняющая сельскохозяйственные, дорожно-строительные, землеройные, транспортные и другие работы в агрегате с прицепными, навесными или стационарными машинами. Но если применять разные стили, то можно создать новый формат его восприятия, и техника начнет привлекать больше внимания к себе, а так как тракторостроение является одной из ведущих отраслей машиностроения в Беларуси, то это повлияет на его развитие. Сделать трактор в сильно вызывающих расцветках или придумать слишком нестандартную форму не всегда будет уместно для такого вида техники при ее исполнении. Но если рассматривать трактор как арт-объект для эстетической функции, рекламы и привлечения внимания, то выйдет вполне неплохо. Если использовать полярные варианты техники и стиля, то получаться яркие арт-объекты, размещенные в парке, которые будут привлекать людей и популяризировать тракторостроение. Достаточно неожиданно будет увидеть трактор в стиле барокко или готики на улицах города. Который будет напоминать эпохи карет и пышных платьев или средневековую западную архитектуру. Необычный подход и исполнение привлечет не только внимание граждан страны, но и туристов приезжающих к нам. Получившийся объект, созданный с сочетанием настолько разных сфер, стилей и идей многих оставит равнодушными.

**СЕКЦИЯ «ТЕХНИЧЕСКАЯ ЭКСПЛУАТАЦИЯ  
АВТОМОБИЛЕЙ»**

УДК 629.113.004

## **АНАЛИЗ СИСТЕМ СТАБИЛИЗАЦИИ ГРУЗОВЫХ АВТОМОБИЛЕЙ**

Студентка гр. 301121-16 Венско С.И.

*Научный руководитель – канд. техн. наук, проф. Савич Е.Л.*

По оценкам ЕС, оснащение всех грузовых автомобилей и междугородних автобусов электронными системами позволило бы ежегодно снизить количество погибших в автомобильных авариях на 500 человек, а количество получивших тяжелые травмы - на 2500 человек. Автопроизводители форсируют разработку систем активной и пассивной безопасности в помощь водителю и, тем самым, вносят свой вклад в повышение безопасности на дорогах. В каталог электронных систем входят, законодательно предписанная антиблокировочная тормозная система (ABS), тормозная система с электронным управлением (EBS), система контроля устойчивости (ESP) и адаптивный круиз-контроль (ACC).

EBS (тормозная система с электронным управлением) объединяет в одной электронной системе основные функции управления торможением, ABS и ASR. Преимущества электронного управления по сравнению с обычным пневматическим - в меньшем времени срабатывания и меньшем тормозном пути, что повышает безопасности при движении. Тормозная система с электронным управлением EBS имеет дополнительные функции, например, контроль износа, круиз-контроль на спуске и автоматическое оптимальное распределение тормозных усилий между тягачом и прицепом (CFC).

Расширение системы EBS за счет ESP (система контроля устойчивости) обеспечивает автоматическую стабилизацию автомобиля в критической ситуации во время движения и, тем самым, значительно сокращает опасность опрокидывания и заноса. ESP автоматически корректирует направление движения и скорость всего автопоезда в опасных ситуациях. Селективное срабатывание отдельных колесных тормозных механизмов и управление двигателем делает ESP автоматическим ассистентом водителя в критических ситуациях.

**СТРАТЕГИИ РАЗВИТИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННО-  
ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ АВТОТРАНСПОРТНЫХ  
ПРЕДПРИЯТИЙ**

Студент гр.10112117 Шалабодов А.И.

*Научный руководитель — канд. техн. наук, доц. Буйкус К.В.*

Формирование стратегии развития производственно-технической базы (ПТБ) АТП основывается на определении рационального варианта использования производственной мощности АТП. Данные варианты могут быть сведены к трем основным, которые исходят из того, что имеется производственная мощность, которая ограничена ПТБ и является ее функцией, потенциально может использоваться в соответствии с потенциальными основами стратегического развития производственной системы АТП следующим образом:

1) для предоставления услуг ТО и ТР АТС внутренним клиентам, то есть самому АТП (вертикальная интеграция);

2) для предоставления услуг ТО и ТР АТС внешним клиентам, то есть другим АТП, отдельным перевозчикам и т.д. (горизонтальная интеграция);

3) не использоваться, то есть в дальнейшем возможна ликвидация.

При определении рационального варианта использования производственной мощности АТП целесообразно учитывать следующие факторы: характеристики спроса АТП на услуги ТО и ТР АТС; возможность приобретения услуг ТО и ТР АТС АТП извне приемлемого качества; переменные издержки использования производственной мощности АТП при предоставлении услуг ТО и ТР АТС внутренним и внешним клиентам; постоянные расходы использования производственной мощности при предоставлении услуг ТО и ТР АТС внутренним и внешним клиентам, а также при приобретении указанных услуг АТП извне; цену приобретения услуг по ТО и ТР АТС АТП извне как рыночную цену; цену услуг ТО и ТР, которые предлагаются АТП внешним клиентам, как рыночную цену; характеристики спроса на услуги ТО и ТР АТС, которые предлагаются АТП внешним клиентам.

УДК 629.113.004

## ИССЛЕДОВАНИЕ ОТКАЗОВ ТОРМОЗНОЙ СИСТЕМЫ ЛЕГКОВЫХ АВТОМОБИЛЕЙ

Студент гр.101121-17Рудковский П.А.

Научный руководитель — канд. техн. наук, доц. Буйкус К.В.

Активная безопасность автотранспортного средства непосредственно определяется техническим состоянием тормозной системы.

Путем анализа статистических данных о наработках на отказ элементов тормозной системы была получена информация об ее эксплуатационной надежности. Результаты обобщения представлены в виде диаграммы (рисунок 1).

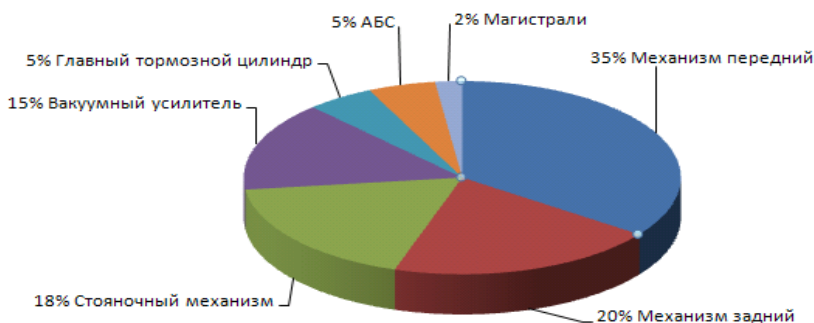


Рисунок 1 – Распределение отказов элементов тормозной системы легковых автомобилей

Как видно из рисунка 1, тормозные механизмы передней оси обладают наименьшими средними пробегами до отказа. Рекомендуется проверка технического состояния тормозных механизмов передней оси при каждом плановом техническом обслуживании через 20 тыс. км. Отмечается, что вероятность отказа указанных элементов достигает максимума при пробеге 37 тыс. км.

**ПОВЫШЕНИЕ КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТИ  
ПРЕДПРИЯТИЙ АВТОСЕРВИСА ОПТИМИЗАЦИЕЙ  
ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПРОЦЕССОВ**

Студент гр.101121-17 Кравчук К.И.

*Научный руководитель — канд. техн. наук, доц. Буйкус К.В.*

Автосервис является одним из основных субъектов предоставления услуг населению и одновременно предприятия формируют бюджеты региональных образований и предлагают рабочие места населению.

Несмотря на высокие темпы автомобилизации страны, уровень производственных услуг остается неудовлетворительным, качество обслуживания и ремонта, а также цены на выполнение определенных видов услуг не всегда удовлетворяют потребителей, не работают в полной мере информационные системы материально-технического и рекламного обеспечения.

Низкое качество услуг и высокая цена за выполненную работу свидетельствуют о наличии негативных тенденций в развитии современной системы автосервиса и не удовлетворяют потребителей услуг.

В условиях жесткой конкуренции автосервиса основным орудием завоевания части рынка является обеспечение качества услуг, которое включает не только качественное проведение технического обслуживания и ремонта, но и отношение к клиентам.

Повышение качества услуг обеспечивается стройной системой управления производством, основанная на общих законах управления, системном подходе, организационных принципах концентрации, специализации и кооперирования, а также оптимизации производственных процессов.

Одним из эффективных направлений повышения конкурентоспособности предприятия является обеспечение качества услуг на основе оптимизации производственных процессов. Комплексный подход, основанный на глубоком анализе выполняемых операций и оптимизации производственных процессов, позволяет выработать научно-практические рекомендации для решения проблемы повышения эффективности предприятий автосервиса и интеграции качества в бизнес-систему.

УДК 629.113.004

## **ТЕХНОЛОГИЯ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ВКЛАДЫШЕЙ АЛЮМИНИЕВЫХ БЛОКОВ ДВИГАТЕЛЕЙ**

Студент гр.101112-16 Бойко А.В.

*Научный руководитель – канд. техн. наук, доц. Изюмко В.М.*

Современные двигатели часто имеют блочную конструкцию открытого типа. В некоторых мастерских в США такие двигатели подкрепляют гильзами DARTON с помощью установки с жидким азотом. Но, в свою очередь, DARTON рекомендует после установки вкладышей для нормализации внутренних напряжений нагреть блок двигателя до 80 градусов с установкой специальной пластины вместо головки цилиндров для нормализации напряжений вокруг самой гильзы.

Специалисты по ремонту считают, что посадки с использованием жидкого азота следует проводить в вакууме или без него при серийном производстве, когда время и размер детали невелики. В вагоностроении жидкий азот использовался для установки седла клапана и направляющей клапана. Износ направляющей поршня и юбки компенсируют методами нанесения наращивающего металла, но нами предлагается технология вкладышей алюминиевых блоков двигателей. Стоит отметить, что эта методика была испытана только для алюминиевых гильз.

Ранее специалисты не рекомендовали разницу температур между гильзой и блоком более 200 градусов, новые тенденции рекомендуется нагревать блок до 160 градусов и охлаждать гильзу до 80 градусов. Во всех остальных случаях жидкий азот используется только в тех случаях, когда аналог не нагревается.

Из практики отдельных предприятий выяснилось, что блок цилиндров легче разогреть до 140–160 градусов. Это нагревание дает расширение до 0,25 миллиметра на посадку отверстия, при комнатной температуре рукава в 20 градусов и стандартном верхнем упоре рукава с плотной посадкой 0,08 мм они тихо уходят на свои места с помощью метод придания детали небольшого ускорения.

Специалисты отмечают, что охлаждаемые детали имеют белое покрытие. Это могут быть производные взаимодействия кислорода и жидкого азота, такие как:  $N_2O$ ,  $N_2O_5$ ,  $NO_2$ ,  $N_2O_5$ . Все это происходит при объединении холодных частей с горячими. И поэтому эти

методы не используются в авиастроении (за исключением посадок титановых деталей).

На сегодняшний день, большинство предприятий, занимающихся ремонтом двигателей в бывшем Советском Союзе (Россия, Польша, Литва, Чехия, некоторые мастерские в Германии), используют жидкий азот.



УДК 629.113.004

## **ВОССТАНОВЛЕНИЕ ПОРШНЕЙ ДВИГАТЕЛЕЙ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ И КОМПРЕССОРОВ**

Студент гр.101112-16 Богуцкая С.В.

*Научный руководитель — канд. техн. наук, доц. Буйкус К.В.*

Анализ состояния ремонтного фонда поршней двигателей и компрессоров показывает, что поршни подвергаются выбраковки из-за износа канавок, юбки и отверстий в бобышках.

Восстановление канавок рекомендуется проводить методами сварки-наплавки, напыления и пластической деформации.

Износ направляющей поршня и юбки компенсируют методами нанесения наращивающего металла, но нами предлагается способ пластического деформирования.

Согласно предлагаемому способу на поверхности юбки с помощью деформирующего и вытесняющего инструмента создается сетка каналов с вытеснением материала из них на приращиваемые поверхности, а затем производится прикатка роликом излишне выступающих гребешков вытесненного материала.

Осуществить способ можно на токарно-винторезном станке с помощью затупленного резца с особым расположением относительно оси вращения детали на режимах нарезки правой и левой резьб с глубиной высадки 0,5 мм за 2–3 прохода, то есть диаметр юбки можно увеличить на 1 мм.

После обработки на юбке поршня образуется система ромбических приращенных поверхностей, между которыми находятся каналы.

Предлагаемый способ позволяет не только восстановить геометрические размеры направляющей части поршня, но и улучшить антифрикционные свойства восстановленной поверхности за счет моментального удаления продуктов износа из зоны трения в каналы, а также удерживания масла в каналах для предотвращения сухого трения при запусках двигателя.

УДК 629.113.004

## **ПОВЫШЕНИЕ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ ПРОЦЕССА ЭЛЕКТРОИСКРОВОГО ЛЕГИРОВАНИЯ**

Студент гр. 101111-16 Шепелюк А.С.

*Научные руководители – д-р техн. наук, проф. Ивашко В.С.,*

*канд. техн. наук, доц. Буйкус К.В.,*

*канд. техн. наук, доц. Изюитко В.М.*

Повышение надежности и долговечности автомобильных деталей возможно, как за счет применения новых конструкционных материалов, так и за счет упрочнения и нанесения защитных покрытий. Использование методов упрочнения целесообразно и при восстановлении рабочих поверхностей деталей.

Электроискровое легирование является одним из методов электрофизической обработки материалов. Этот метод имеет ряд достоинств благодаря возможности использования любых токопроводящих материалов, высокой прочности сцепления с основой, отсутствию нагрева детали в процессе обработки.

Существуют различные конструкции оборудования для электроискрового легирования, в частности известно устройство [1] отличительной чертой которого является механизм возвратно-поступательного перемещения электродержателя в виде эксцентрика с приводом от электродвигателя. Одним из недостатков данной конструкции можно выделить низкую производительность обработки, которая ограничивается частотой вращения вала.

Повышение эффективности и производительности процесса электроискрового легирования возможно за счет применения нескольких электродов для одновременной обработки нескольких поверхностей, что является возможным при изменении конструкции эксцентрикового механизма.

### *Литература*

1. Патент на полезную модель 38661 РФ, МПК В 23 Н 7/26. Устройство для электроискрового легирования с приводом от вращающегося ротора [Текст] /Беляков А.В. (РФ), Горбачев А.Н. (РФ), Шапин В.И. (РФ), Вихрев С.В. (РФ). –Опубл. 10.07.2004. Бюл. №19. – 12 с.

УДК 631.762

## ВОССТАНОВЛЕНИЕ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДЕТАЛЕЙ ГАЗОДИНАМИЧЕСКИМ НАПЫЛЕНИЕМ

Студент гр. 101111-16 Шепелюк А.С.

*Научный руководитель – канд. техн. наук, доц. Протасевич В.А.*

В настоящее время известные способы газотермического напыления получают дальнейшее развитие путём повышения скорости напыляемых частиц покрытий с помощью высокотемпературной газовой струи превышающей скорость звука в 5–6 раз. Однако в последнее время разработан новый метод [1] сверхзвукового «холодного» газодинамического напыления (ХГДН) основанный на эффекте ускорения частиц порошковых материалов сверхзвуковым потоком сжатого воздуха, который реализуется при помощи специального аппарата для сверхзвукового напыления металлических покрытий (рисунок 1).

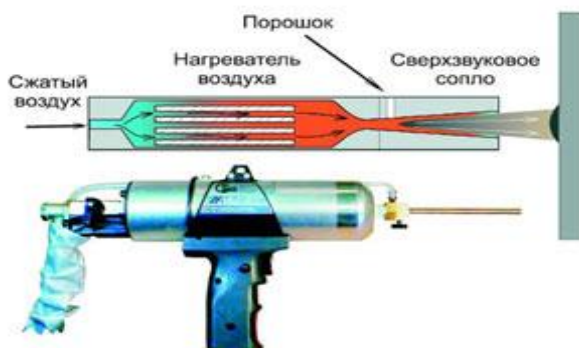


Рисунок 1 – Схема сверхзвукового аппарата для напыления металлических покрытий (сверху); общий вид аппарата (снизу)

Частицы порошка металла (или смеси металлов с корундом) находящиеся в твёрдом состоянии, ускоряются потоком подогретого сжатого воздуха до скоростей 400–700 м/с и направляются на подложку. При этом температура переносимых частиц как правило, не превышает 100 °С. Этот способ лишен многих недостатков высокотемпературных газотермических методов и имеет следующие достоинства:

частицы переносятся в “холодном” состоянии со скоростями переноса до 700 м/с; разогрев частиц происходит за счет преобразования кинетической энергии в тепловую в момент взаимодействия с поверхностью, т.е. непосредственно при формировании покрытия; напыляемый материал покрытий не изменяется и соответствует составу напыляемому порошка; отсутствует заметное термическое воздействие на материал подложки, (температура подложки в процессе напыления не превышает 150 °С); снижается уровень напряжений; повышается безопасность и экономичность процесса. Технология обеспечивает напыление покрытий из высокого качества относительно легкоплавких материалов Al, Zn, Pb, Ni, Cu, Co, Fe и их сплавов. Покрытия, полученные методом ХГДН обладают адгезией до 6-8 кг/мм<sup>2</sup>, пористостью 3–5%, что позволяет восстанавливать пары трения, наносить системы катодной защиты, коррозионно- и эррозионно-стойкие покрытия. Методом ХГДН успешно осуществляется ряд ремонтно-восстановительных работ (заделка трещин, и др. дефектов в алюминиевых, стальных, чугунных корпусных деталях). Появляется возможность осуществления герметизации течей алюминиевых трубок, радиаторов, теплообменников и антикоррозионной защиты, в том числе по загрязнённым поверхностям без предварительной обработки. Новый способ напыления металлических покрытий может применяться в самых различных отраслях промышленности. Особенно эффективен он при ремонтных работах, когда необходимо восстановить участки изделий, например, заделать трещину или раковину. Благодаря невысоким температурам процесса можно легко восстанавливать тонкостенные изделия, отремонтировать которые другим способом, например, наплавкой, невозможно. Низкая газопроницаемость покрытий позволяет ликвидировать течи в трубопроводах и сосудах, когда нельзя использовать герметизирующие компаунды. Технология пригодна для ремонта емкостей, работающих под давлением или при высоких и низких температурах: теплообменников, радиаторов автомобилей, кондиционеров. Напылением ХГДН удастся наносить электропроводящие покрытия в виде медных и алюминиевых пленок. В частности, метод экономически более эффективен, чем традиционные способы, при меднении токоведущих шин, цинковании контактных площадок на элементах заземления. Эффективно использование метода для антикоррозионной за-

щиты. Пленки из алюминия и цинка защищают поверхности от коррозии лучше, чем лакокрасочные и многие другие металлические покрытия. Невысокая производительность установки не позволяет обрабатывать большие поверхности, а вот защищать такие уязвимые элементы, как сварные швы, очень удобно. С помощью напыления цинка или алюминия удастся приостановить коррозию в местах появления "жучков" на крашенных поверхностях кузовов автомобилей [2]. Поскольку зона напыления имеет четкие границы, напыляемый металл не попадает на бездефектные участки, а это очень важно при ремонте корпусных деталей автомобилей сложной формы, например, корпусов коробок передач, сцепления, блоков цилиндров двигателей, изношенных или поврежденных участков поверхностей. С помощью ХГДН -напыления восстанавливают поврежденные в процессе эксплуатации детали редукторов, насосов, компрессоров, форм для литья по выплавляемым моделям, пресс-форм для изготовления пластиковой упаковки, устраняют дефекты (каверны, свищи) в алюминиевом литье. Напыление ХГДН имеет отличительные особенности, знание которых необходимо для правильного выбора технологии нанесения покрытий для каждого конкретного случая. Для выбора оптимального способа нанесения покрытия необходимо учитывать форму и размеры изделий; требования, предъявляемые к точности нанесения покрытия, его эксплуатационными свойствами; затраты на основное и вспомогательное оборудование, наплавочные материалы и газы, на предварительную и окончательную обработку покрытий; условия труда и другие факторы производственного и социального характера.

#### *Литература*

1. Материалы официального портала ФГУП ЦНИИ КМ "Прометей". <http://www.crism-prometey.ru/Rus/Commercial/StartComm.htm>. Дата доступа 27.04.2020.
2. Газотермическое напыление кол. авторов; под общей ред. Л.Х. Балдаева учебное пособие М. :Маркет ДС, 2007.

УДК 629.113.004

## **АНАЛИЗ НЕИСПРАВНОСТЕЙ И ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ ПРОВЕРКИ НАСОС-ФОРСУНОК**

Студент гр. 10111116 Лучинович В.В.

*Научный руководитель – канд. техн. наук, проф. Савич Е.Л.*

В процессе эксплуатации дизельного двигателя в системе питания с насос-форсунками могут происходить различные отклонения, вызванные рядом неисправностей.

Типовые неисправности насос-форсунки и вероятность их возникновения следующие: клапанный узел (63%). Наиболее частая основная причина выхода из строя его механические повреждения; распылитель (30%), основная причина – некачественное топливо. Электромагнитная часть – (5%), основная причина – превышение нагрузочных режимов работы и заводские дефекты. Плунжер, пружина, корпус – (2%), основная причина – механические разрушения.

Условно, оборудование, применяемое при тестировании и ремонте насос-форсунок можно разделить на 2 категории. Первая категория – это оборудование, рекомендованное самими производителями насос-форсунок, которые обладают возможностями для контроля и снятия всех необходимых параметров, максимально приближенных к тестированию изделия непосредственно на заводе изготовителе. Оборудование, относящееся к данной категории, обладает высоким качеством проверки и тестирования, высокой производительностью, унификацией, но имеет один значительный минус: высокую стоимость.

Вторая категория – это оборудование производителей, которые не имеют рекомендаций от изготовителя насос - форсунок.

В настоящее время свыше 90% рынка насос – форсунок поделены следующими производителями: «Делфай» (Delphi) - ранее «Лукас», «Бош» (Bosch), «Камминс» (Cummins). Первые 2 компании проводят политику развития сети авторизованных сервисных центров по тестированию и ремонту насос - форсунок в различных странах мира. У каждого производителя своя политика, свои успехи и недостатки. Учитывая высокую стоимость оборудования целесообразно создавать специализированные центры по ремонту насос-форсунок.

**СЕКЦИЯ «ГИДРОПНЕВМОАВТОМАТИКА  
И ГИДРОПНЕВМОПРИВОД»**

**О ГЕРОТОРНЫХ ГИДРОМАШИНАХ**

Студенты гр. 101051-18 Розум С.П., 101051-17 Чикилевский Я.А.

*Научный руководитель – ст. препод. Филипова Л.Г.*

Героторные насосы, обладая рядом преимуществ, по сравнению с другими типами гидромашин, находят широкое применение в различных отраслях зарубежной промышленности и народного хозяйства: в машиностроении, в химической и фармацевтической промышленности, в медицине и пищевой промышленности, в аэрокосмической и военной промышленности и т.д. При этом рабочий объем героторных насосов в зависимости от области применения может варьироваться от  $0,25 \cdot 10^{-6}$  до нескольких десятков литров. Примером этому может служить продукция фирмы *HNP Mikrosysteme GmbH* (Германия) – типоразмерный ряд героторных микронасосов, подача которых составляет от  $10^{-6}$  до 0,3 л/мин и давления от 1,5 до 80 бар. За счет применения специальных материалов рабочих элементов качающего узла, насосы подобной конструкции работают на рабочих жидкостях различных типов, таких как: ацетон, кровь, дизельное топливо, эмульсии, жиры, метанол, масла, парафин, сольвент, стеарин, дистиллированная вода и т.д.

Широкое применение героторные насосы находят в системах смазки ДВС легковых и грузовых автомобилей, что обусловлено рядом преимуществ перед традиционными шестеренными насосами:

- более высокая производительность при одинаковых массогабаритных характеристиках;
- высокая надежность и долговечность КУ;
- преобладанием трения качения в сопряженных элементах КУ;
- меньшей чувствительностью к изменению вязкости масла;
- низкой пульсацией потока рабочей жидкости.

Применение героторных насосов гарантирует постоянство подачи масла в зоны упругого гидродинамического контакта в широком диапазоне частоты вращения коленчатого вала ДВС, что в свою очередь обеспечивает снижения контактного трения и уменьшения потерь мощности.

Скорость вращения рабочих элементов героторных гидронасосов находится в диапазоне  $300\text{--}7500 \text{ мин}^{-1}$ . Анализируя литературные



данные по шестеренным и героторным гидромашинам можно отметить некоторые типовые показатели насосов общемашиностроительного назначения и масляных насосов двигателей внутреннего сгорания.

Гидромоторы героторного типа характеризуются высоким значением КПД, хорошими массогабаритными характеристиками, плавностью хода и постоянным крутящим моментом в широком диапазоне скоростей вращения. Конструктивно героторные гидромоторы выполняются бироторными (с двумя вращающимися роторами) и планетарно-роторными (с абсолютным планетарным движением ротора).

Героторная гидромашинa с двумя вращающимися рабочими органами получила название бироторной. Такое исполнение упрощает решение вопроса о распределении рабочей жидкости и исключает необходимость балансировки вращающихся масс, так как ротор и внешняя шестерня (колесо) вращаются вокруг своего центра, и схема отличается полной уравновешенностью. Бироторные гидравлические машины могут выполняться с рабочим контуром зубьев ротора в виде любой циклоидальной кривой и использоваться в качестве низкомомментных высокооборотных гидромоторов.

Гидромоторы данной группы выпускались фирмами *Marrel-Hydro* (Франция) и *Gerotor May Corp* (США) в 60-е годы XX века.

В настоящее время гидромоторы данной группы мировыми производителями серийно не выпускаются, а бироторная схема нашла широкое применение при разработке насосов героторного типа.

Героторные гидромашинны лежат в основе конструкции насоса-дозатора. Он является основным гидроагрегатом управления большинства применяемых схем гидрообъемного рулевого управления. НД представляет собой комбинированный гидроагрегат, содержащий дросселирующий распределитель и дозирующий узел, и выполняет функции дозирования рабочей жидкости при работающем источнике питания и насоса при аварийном управлении.

В зависимости от типа дозирующего узла насосы-дозаторы могут быть планетарными (героторные, героллерные, героторно-пластинчатые), пластинчатыми, шестеренными, поршневыми, плунжерными (аксиального и радиального исполнения).

Наиболее широкое распространение получили насосы-дозаторы с качающими узлами героторного типа ввиду возможности получения

высоких значений объемной подачи рабочей жидкости при малых габаритах за счет орбитального движения ротора. Например, при передаточном отношении героторной пары  $6/7$  за один оборот вокруг своей оси подвижная шестерня совершает шесть орбитальных движений, вызывая каждый раз полный цикл изменения объема во всех семи рабочих камерах.

**ОБ ИСПЫТАНИЯХ ГИДРОЦИЛИНДРОВ**

Студенты гр. 101051-18 Грибов А.Г., 101051-17 Чикилевский Я.А.

*Научный руководитель – ст. препод. Филипова Л.Г.*

Гидроцилиндры широко применяют в гидросистемах как источники привода рабочих органов мобильных машин и исполнительных механизмов промышленного оборудования. В гидросистеме с одним, реже – с двумя насосами может быть установлено до 6...10 гидроцилиндров, а в некоторых случаях в два или даже в три раза больше.

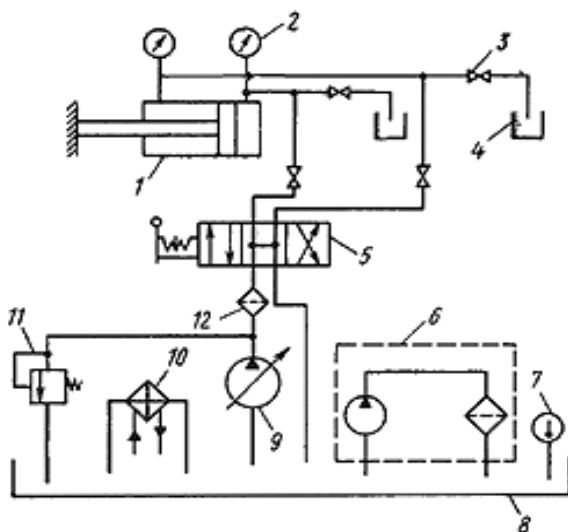
В соответствии с ГОСТ 18464-80 испытания гидроцилиндров необходимо начинать с проверки функционирования, прочности и герметичности. Испытания следует проводить на стендах.

На рисунке 1 приведена гидравлическая схема стенда для испытания гидроцилиндров на прочность при статической нагрузке, давления страгивания и холостого хода, наружную герметичность и внутренние утечки. Перед испытанием обязательно проверяют работоспособность гидроцилиндра на холостом ходу. В качестве РЖ следует использовать гидравлические масла МГЕ46В (МГ-30) по ТУ 38-10150-79 или в зимний период МГ-15В (ВМГЗ) по ТУ 38-101479-88. Тонкость фильтрации масел: номинальная 25 мкм, при заправке бака стенда – 10 мкм. Наибольшая температура масла в баке стенда допускается не выше +65 °С для МГ-15В и не выше + 75 °С для МГЕ46В.

Проверка функционирования должна проводиться как при давлении холостого хода, так и при номинальном давлении. Прочность гидроцилиндров следует проверять давлением не менее  $1,5 p_{\text{ном}}$  с выдержкой не менее 3 мин. При проверке на продольную устойчивость шток должен быть выдвинут на 0,95–0,98 длины его хода.

Наружная герметичность проверяют внешним осмотром при максимальном давлении (но не менее  $1,25 p_{\text{ном}}$ ) и при давлении холостого хода после не менее 50 ходов поршня. При этом не допускается появление жидкости через неподвижные соединения.

Внутренние утечки проверяют при  $p_{\text{ном}}$  не менее чем через 30 с после установки поршня в двух конечных положениях. Количество утечек рабочей жидкости, поступающей из полости гидроцилиндра, не находящейся под давлением, измеряется мерной емкостью и секундомером.



1 – испытуемый гидроцилиндр, 2 – манометр, 3 – вентиль, 4 – мерная емкость, 5 – гидрораспределитель, 6 – фильтрующая установка, 7 – термометр, 8 – гидробак, 9 – насос, 10 – теплообменник, 11 – предохранительный клапан, 12 – фильтр  
 Рисунок 1 – Гидравлическая схема стенда для проведения испытаний

Давления страгивания и холостого хода определяют без нагрузки в крайнем положении поршня для гидроцилиндров одностороннего действия и двух крайних положениях гидроцилиндров двухстороннего действия в следующем порядке: поршень ставится в крайнее положение, после чего в полость, являющуюся в данном случае рабочей, подают рабочую жидкость и постепенно увеличивают давление от 0 до значения, при котором поршень начнет перемещаться. Давление начала перемещения будет считаться давлением страгивания.

При начавшемся после страгивания перемещении поршня давление плавно уменьшается до значения, при котором поршень начнет перемещаться рывками, что определяется визуально. Давление, после которого начинаются рывки, является давлением холостого хода.

**О ТЕПЛОМ РЕЖИМЕ ГИДРОПРИВОДА**

Студент гр. 101051-18 Пасеко С.М.

*Научный руководитель – ст. препод. Филипова Л.Г.*

Оптимальная температура рабочей жидкости для большинства гидроприводов промышленного назначения 50–60 °С. Допускается кратковременное повышение температуры до 75 °С. Повышение температуры рабочей жидкости сопровождается снижением ее вязкости и повышением интенсивности окисления. У минеральных масел при повышении температуры на 8–10 °С. интенсивность окисления приблизительно удваивается. При высоких температурах в жидкости происходит выпадение и отложение смол. Исключение составляют синтетические жидкости, которые допускают температуру до 150 °С и более. Но их применяют только в специальных гидроприводах, например, на летательных аппаратах, движущихся со сверхзвуковой скоростью.

Из-за снижения вязкости жидкости при повышении температуры сверх рекомендованной существенно увеличиваются утечки через зазоры и ухудшаются смазка трущихся поверхностей деталей. В результате снижения КПД и сокращается технический ресурс гидропривода. Минимальная кинематическая вязкость рабочей жидкости должна быть не менее 15 сСт для шестеренных, 12 сСт – для пластинчатых машин и 8 сСт – для роторно-поршневых насосов и гидромоторов. Исключение составляют случаи применения водно-масляной эмульсии в гидроприводах для обеспечения пожаробезопасности. Кинематическая вязкость 5%-ой водно-масляной эмульсии составляет при 60 °С – 0,85 сСт. Рекомендуемый диапазон вязкости и тип рабочей жидкости необходимо устанавливать по данным технической характеристики гидромашины.

Нагрев рабочей жидкости в гидроприводах происходит вследствие дросселирования ее в различных элементах гидросистемы. Особенно значительным является нагрев при отсутствии разгрузки насоса, наличии больших сопротивлений на сливной гидролинии, при низком КПД насоса или гидродвигателя, а также при дроссельном управлении скоростью движения. При нагревании рабочей жидкости свыше 80 °С ее вязкость и смазочные качества значительно снижаются и, как следствие, объемный КПД гидропривода падает, а

в элементах, имеющих взаимное перемещение, может наступить полужидкостное трение, и они быстро выйдут из строя.

Температуру жидкости можно снизить при помощи охладителей, но установка их в гидроприводе усложняет эксплуатацию. Поэтому при проектировке стремятся создать такую гидросхему, при которой можно не применять искусственное охлаждение. Для естественного охлаждения рабочей жидкости сливную гидролинию заканчивают в верхней части гидробака, а всасывающую начинают в нижней его части.

При расчете количества отведенной в окружающую среду теплоты площадь наружной поверхности элементов гидропривода оценивают исходя из интенсивности циркуляции в них жидкости. К числу элементов с интенсивной циркуляцией жидкости относят, главным образом, гидробак и в меньшей степени распределители, гидролинии и другие, в которых жидкость движется со скоростью не менее 1,5 м/с. Те же элементы при скорости движения в них жидкости меньше 1,5 м/с, а также некоторые гидроцилиндры относят к элементам с умеренной циркуляцией жидкости.

Основной причиной нагрева является наличие гидравлических сопротивлений в системах гидропривода. Дополнительной причиной являются объемные и гидромеханические потери, характеризуемые объемным и гидромеханическим КПД.

Существует несколько способов уменьшения нагрева рабочей жидкости и элементов гидропривода:

- повышение общего КПД за счет снижения гидравлических, механических и объемных потерь в гидравлическом приводе;
- выбор оптимальной схемы гидропривода, предусматривающей уменьшение потерь мощности путем применения объемного регулирования, выбора насоса с минимально необходимой производительностью, а также использования многопоточных насосов;
- выбор рациональной формы, объемов и конструкций гидробаков, обеспечивающих ограничение температуры путем интенсивной циркуляции нагретой жидкости вдоль теплопередающих поверхностей и максимального отдаления, всасывающих гидролиний от сливных;
- принудительное снижение температуры рабочей жидкости с помощью клапанов системы охлаждения, автоматически включающих

и выключающих воздушно-масляные или водомасляные теплообменники при изменении вязкости рабочей жидкости.

**СЕКЦИЯ «ТРАНСПОРТНЫЕ СИСТЕМЫ  
И ТЕХНОЛОГИИ»**



## **SMART-ПОРТ – ТЕРМИНАЛ БУДУЩЕГО**

Студенты гр. 10114118 Змитрукевич О.И. Мелешко М.С.

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

С увеличением размеров и объемов контейнерных, транспортных и круизных судов порты продолжают сталкиваться с новыми проблемами, связанными с ежедневными перевозками и обработкой грузов. Такие технологии, как интернет вещей (IoT), могут улучшить складскую логистику, управление запасами и т. д., а также помогут автоматизировать погрузку, отправку и транспортировку грузов.

Умные порты сосредоточены на том, как терминалы будущего будут гиперподключенными средами, состоящими из устройств, которые все взаимодействуют друг с другом, обмениваясь данными в режиме реального времени; одновременно улучшая знания, понимание и производительность. Другими словами, это «большие данные» в сочетании с интернетом вещей (IoT). Смарт-порты будут играть центральную роль в успехе терминальной автоматизации в будущем.

Оптимизация рабочего процесса может удвоить пропускную способность без необходимости дополнительного пространства или инвестиций в новую инфраструктуру и оборудование, одновременно снижая эксплуатационные расходы. Сделать порт «умным» означает не только создать цифровую связь внутри всего порта, но и необходимо обеспечить многоуровневое сотрудничество между государственными органами, бизнесом, местными сообществами и другими соответствующими сторонами.

Умный порт полностью использует преимущества беспроводной сети, упрощает работу, производит высокие доходы, сохраняет природные ресурсы и извлекает пользу из технологии доступной сообществу снабжения.

Успешное развитие интеллектуального порта требует более целостного подхода с участием многих заинтересованных сторон, что потребует широкомасштабного сотрудничества на различных уровнях.

## **СВЕРХУЛУЧШЕНИЯ НЕДВИЖИМОСТИ**

Студент гр. 10113117 Гонтарева А. В.

*Научные руководители – канд. экон. наук, доц. Павлова В.В.,  
ст. препод. Карасева М.Г.*

В наше время все большее значение приобретает правильное определение цены конкретного объекта недвижимости, а на нее влияют разные факторы, одни из которых являются сверхулучшение и улучшение, они заметны при покупке недвижимости и влияют на ее стоимость.

Главным критерием, отделяющим улучшение от «принудительного ассортимента» или сверхулучшения-это востребованность того или иного дополнительного элемента среди покупателей.

К «сверхулучшениям» относят позиции и элементы сооружения, наличие которых в настоящее время несоответствует современным требованиям рыночных стандартов, их замечают при продаже объектов недвижимости.

Сверхулучшения недвижимости, не являются целесообразными и рассчитаны на любителя, поэтому от них отказываются при покупке, также они являются одной из составляющих функционального износа.

В результате: сверхулучшения отрицательно влияют на стоимости квартир, их нужно отличать от улучшений, которые наоборот повышают конкурентоспособность объектов и положительно влияют на их стоимость.

**ОЦЕНКА СТОИМОСТИ ОБОРУДОВАНИЯ**

Студентка гр. 101013117 Николаеня Л. А.

*Научный руководитель – преподаватель Акулович Д.Р.*

На основании договора на оказание услуг по проведению независимой оценки имущества от 01.05.2020 года №15-20/ОЦ, заключенного между Заказчиком и Компанией, оказаны услуги по независимой оценке.

Основные сведения об объектах оценки отражены в таблице 1

Таблица 1 – Основные сведения об объектах оценки

<b>№ п/п</b>	<b>Наименование показателя</b>	<b>Характеристика</b>
1	Объекты оценки	Объекты основных средств в количестве 45
2	Имущественные права на объекты оценки	Право собственности – Заказчик
3	Заказчик оценки	Заказчик
4	Дата осмотра	01.06.2020 г.
5	Дата оценки	01.06.2020 г.
6	Цены оценки	01.06.2020 г.
7	Цель оценки	Для продажи на торгах
8	Срок действия результата независимой оценки	12 (Двенадцать) месяцев с даты оценки
9	Предмет оценки	Рыночная стоимость (при перемещении)
10	Методы оценки	Затратный метод
11	Методы расчета стоимости	Метод построения
12	Валюта оценки	Белорусские рубли
13	Валюта расчета	Белорусские рубли

На основании проведенных расчетов и согласования полученных результатов, с учетом предпосылок и ограничений, указанных в отчете об оценке №15-20/ОЦ от 01.06.2020г, оценщик пришел к следующим заключениям, что рыночная стоимость объектов оценки на дату оценки 01.06.2020 г. в ценах на 01.06.2020 г. составляет: 86 860,00 (Восемьдесят шесть тысяч восемьсот шестьдесят) белорусских рублей 00 копеек.

## **МЕТОДЫ СОГЛАСОВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОЦЕНКИ СТОИМОСТИ**

Студент гр.101131-17 Яковицкий Е. П.

*Научные руководители – канд. экон. наук, доц. Павлова В. В.,  
ст. препод. Карасева М. Г.*

Для оценки стоимости объектов используются традиционные методические методы (затратный, доходный и сравнительный) в различных модификациях. Обязательность их использования закреплена практически во всех Стандартах оценки. Как следствие, возникает задача согласования этих самых методов, то есть определение одной цифры стоимости объекта на основе трех. Особенно это актуально в условиях переходной экономики, когда в силу меньшей по сравнению с ситуацией развитого рынка надежностью исходных данных для оценки одного и того же объекта применяется максимум доступных методов, в общем случае – все три.

Согласование результатов оценки – стадия процесса оценки, в которой происходит разрешение противоречий в результатах, полученных при оценке стоимости различными методами, и определение наиболее вероятной оценочной стоимости объекта. Для решения этой задачи существуют различные методы: метод экспертной квалиметрии, метод анализа иерархий, метод причинно-следственного анализа, который приводит к обоснованному заключению о стоимости, являющемуся целью оценки, методы статистики, взвешивания результатов на основе методов математического и другие. Упомянутые методы согласования результатов оценки носят эвристический характер, то есть не имеют строгого научного доказательства. Одним из самых предпочтительных вариантов проведения процедуры согласования полученных результатов с целью получения итогового значения стоимости считается взвешенное усреднение.

Таким образом, можно сделать вывод, что согласование результатов оценки – это сложный, трудоемкий и методологически неоднозначно определенный процесс, а также процесс логических рассуждений и принятия решения, в ходе которого появляется (определяется), собственно, рыночная стоимость объекта.

УДК 338.57.055.3

**РАСЧЕТ СТОИМОСТИ ОБОРУДОВАНИЯ  
(ЭЛЕКТРОСАМОКАТ KUGOO S3)**

Студент гр. 101131-17 Милевич В.С.

*Научный руководитель – ст. препод. Карасева М.Г.*

В соответствии с договором на оказание услуг по независимой оценке от № 1 от 01.06.2020 г, заключенным между Компанией и Заказчиком, оказаны услуги по независимой оценке имущества.

Имущественные права на объект оценки: право собственности Заказчик.

Дата оценки: 01.06.2020 г. Цены оценки: 01.06.2020 г. Дата осмотра: 01.06.2020 г.

Цель оценки: принятие управленческих решений.

Валюта оценки: белорусские рубли.

Предмет оценки: рыночная стоимость в текущем использовании.

Расчет стоимости объектов оценки проведен рыночным методом с использованием доходного метода оценки.

Метод расчета стоимости: метод прямой капитализации.

Срок действия результата независимой оценки – 6 (шесть) месяцев с даты оценки.

В результате анализа представленных фактов, расчетов и выводов, предпосылок и ограничений, изложенных в стандартном отчете об оценке № 1, рыночная стоимость в текущем использовании электросамоката KUGOO S3, принадлежащего на праве собственности заказчику на дату оценки 01.06.2020 в ценах на 01.06.2020 без учета НДС составляет: 500 бел. Рублей 00 копеек (пятьсот белорусских рублей 00 копеек)

Заключение об оценке составлено на основании стандартного отчета №1 на 1-ом л. В 1 экземпляре.

УДК 338.57

**РАСЧЕТ СТОИМОСТИ ОБОРУДОВАНИЯ  
(ПРИНТЕР KYOCERA ECOSYS P6230CDN)**

Студент гр. 101131-17 Скуратов А.В.

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

В соответствии с договором на оказание услуг по независимой оценке от № 1 от 11.05.2020 г, заключенным между Компанией и Заказчиком, оказаны услуги по независимой оценке имущества.

Имущественные права на объекты оценки: право собственности Заказчик.

Дата оценки: 11.05.2020 г. Цены оценки: 11.05.2020 г. Дата осмотра: 11.05.2020 г.

Цель оценки: передача в залог.

Валюта оценки: белорусские рубли.

Предмет оценки: рыночная стоимость в текущем использовании.

Расчет стоимости объектов оценки проведен рыночным методом с использованием сравнительного метода оценки.

Метод расчета стоимости: метод компенсационных корректировок.

Срок действия результата независимой оценки – 6 (шесть) месяцев с даты оценки.

В результате анализа представленных фактов, расчетов и выводов, предпосылок и ограничений, изложенных в стандартном отчете об оценке № 1, рыночная стоимость в текущем использовании принтера KYOCERA ECOSYS P6230cdn, принадлежащего на праве собственности. Заказчик на дату оценки 11.05.2020 в ценах на 11.05.2020 без учета НДС составляет: 770 белорусских рублей (семьсот семьдесят белорусских рублей).

Заключение об оценке составлено на основании стандартного отчета № 1 на 1-ом л. в 1 экземпляре.

УДК 338.57.095.4

**РАСЧЕТ СТОИМОСТИ ОБОРУДОВАНИЯ (ЗДАНИЕ  
СПЕЦИАЛИЗИРОВАННОЙ РОЗНИЧНОЙ ТОРГОВЛИ С  
ИНВ. №: 500/С-24096)**

Студент гр. 101131-17 Гаранский М.А.

*Научный руководитель – преподаватель Акулович Д.Р.*

В соответствии с договором на оказание услуг по независимой оценке № А-01/20 от 31.01.2020 г, заключенным между Компанией и Заказчиком, оказаны услуги по независимой оценке имущества.

Имущественные права на объекты оценки: право собственности Заказчик.

Дата оценки: 01.03.2020 г. Цены оценки: 01.02.2020 г. Дата осмотра: 01.02.2020 г.

Цель оценки: Реализация управленческих решений.

Валюта оценки: Белорусский рубль (BYN), Доллар США (USD), Евро (EUR), Российский рубль (RUB).

Предмет оценки: рыночная стоимость (определена в текущем использовании).

Метод расчета стоимости: метод капитализации по норме отдачи, метод компенсационных корректировок.

Срок действия результата независимой оценки – 5 (пять) лет с даты оценки.

В результате анализа представленных фактов, расчетов и выводов, предпосылок и ограничений, изложенных в стандартном отчете об оценке № А-01/20, рыночная стоимость в текущем использовании Здание специализированной розничной торговли с инв. №: 500/С-24096, принадлежащего на праве собственности. Заказчик на дату оценки 01.02.2020 в ценах на 01.02.2020 без учета НДС составляет: 1 934 000,00 BYN (Один миллион девятьсот тридцать четыре тысячи белорусских рублей 00 копеек) или 906 500,00 USD (Девять сот шесть тысячи пять сот долларов США).

Заключение об оценке составлено на основании стандартного отчета № А-01/20 на 1-ом л. в 1 экземпляре.

**ИССЛЕДОВАНИЕ ОСВЕЩЁННОСТИ  
ВНУТРИКВАРТАЛЬНЫХ УЛИЦ СТАРТОВОЙ ЗОНЫ  
КИТАЙСКО-БЕЛОРУССКОГО ИНДУСТРИАЛЬНОГО  
ПАРКА «ВЕЛИКИЙ КАМЕНЬ»**

Студентка гр. 101131-17 Бунчук А.

*Научный руководитель – д-р техн. наук, доц. Капский Д.В.*

В соответствии с п. 5.1.1 ТКП 45-3.03-227-2010 расчетная скорость движения транспортных средств для категории Е составляет 60 км/ч, для улиц категории Б 70 км/ч.

Максимальная разрешённая скорость движения транспорта согласно Правилам дорожного движения 60 км/ч.

Исследуемые улицы выполнены с покрытием проезжей части из асфальтобетона, дорожная разметка выполнена из долговременных материалов (пластиком), дорожные знаки на Минском пр-те установлены 3-го типоразмера со световозвращающей поверхностью класса 16 по СТБ 1140-2013, на местных улицах 2-го типоразмера со световозвращающей поверхностью класса 16 по СТБ 1140-2013.

Освещение проезжей части, пешеходных и велосипедных дорожек осуществляется светильниками, установленными в боковых разделительных полосах. Расчетное значение освещенности проезжей части улиц составляет 10 лк.

Визуализация освещенности улиц представлена на рисунке 1.

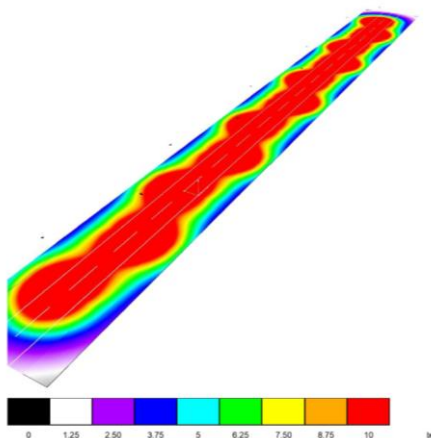


Рисунок 1 – Визуализация освещенности улицы



## ХАРАКТЕРИСТИКИ ТРАНСПОРТНЫХ И ПЕШЕХОДНЫХ ПОТОКОВ НА ВНУТРИКВАРТАЛЬНЫХ УЛИЦАХ СТАРТОВОЙ ЗОНЫ КИТАЙСКО-БЕЛОРУССКОГО ИНДУСТРИАЛЬНОГО ПАРКА «ВЕЛИКИЙ КАМЕНЬ»

Студентка гр. 101131-17 Бунчук А.

*Научный руководитель – д-р техн. наук, доц. Капский Д.В.*

На первом этапе развития парка с учетом строительства соответствующих объектов на территории исследуемых кварталов прогнозируется следующая интенсивность движения транспортного потока: ул. Горизонтальная №3 – 150 авт/ч; ул. Горизонтальная №5 – 150 авт/ч; ул. Вертикальная №3 – 100 авт/ч; ул. Вертикальная №4 – 100 авт/ч. Распределение интенсивности движения по направлениям в исследуемых узловых точках представлено на рисунке 1 (фрагмент). Пешеходная и велосипедная нагрузка суммарно составляет до 50 чел/ч. Территория парка предназначена для создания высокотехнологичных инновационных производств, научно-исследовательских центров. Логистическая база, где в качестве расчетного транспортного средства используются автопоезда создана восточнее Пекинского проспекта, ограниченного улицами Горизонтальной №5 и ул. Сапфировой. Создаваемые производственные корпуса выполнены для расчетного грузового автомобиля длиной около 8,0. Имеется возможность подъезд длинногабаритных транспортных средств (автопоездов). Основным транспортным потоком формируется транспортными средствами рабочими, работающими на создаваемых предприятиях, следовательно, в значительной степени состав транспортного потока будет легковым.

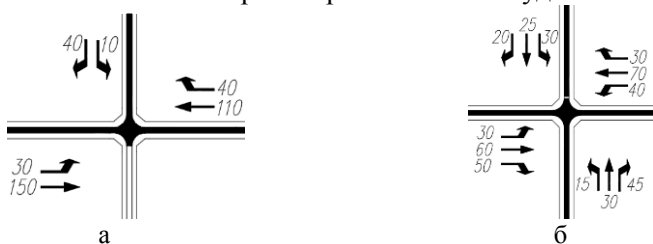


Рисунок 1 – Цифрограмма транспортных потоков на

- а – пересечении ул. Горизонтальной №5 – ул. Вертикальной №3;  
б – на пересечении ул. Горизонтальной №3 – ул. Вертикальной №4

## УСТРОЙСТВО КОЛЬЦЕВОГО ПЕРЕКРЕСТКА В ОДНОМ УРОВНЕ

Студентка гр. 101131-17 Бунчук А.

Научный руководитель – д-р техн. наук, доц. Капский Д.В.

На пересечении ул. Вертикальной № 4 – ул. Горизонтальной № 5 предлагается два варианта изменения организации дорожного движения. В первом варианте предлагается изменить направление главной дороги по ул. Горизонтальной № 5. Для реализации данного мероприятия необходимо переустановить знаки приоритета (4 шт.).

В качестве второго варианта предлагается переустройство данного перекрестка в перекресток с круговым движением. Центральный островок выполняется диаметром 14 м, приподнятым с возможностью проезда по нему длинногабаритных транспортных средств, но неудобным для проезда легковым автомобилям.

Центральный островок устраивается без переустройства радиусов сопряжения кромок проезжих частей улиц. Предлагаемый вариант организации дорожного движения представлен на рисунке 1.

Предлагаемый вариант благоустройства центрального островка представлен на рисунке 2. Он создаст благоприятные условия для пешеходов, пересекающих проезжую часть.

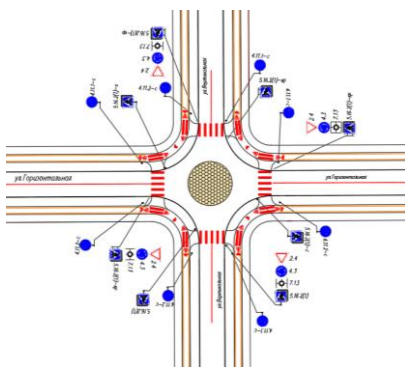


Рисунок 1 – Предлагаемый вариант устройства перекрестка

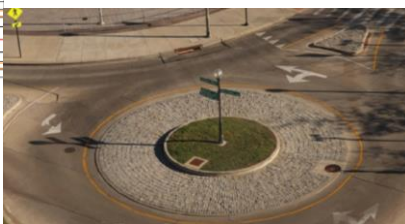


Рисунок 2 – Предлагаемый вариант благоустройства центрального островка

УДК 656.13.08

## ИССЛЕДОВАНИЕ УСЛОВИЙ ДВИЖЕНИЯ И ТСОДД

Студент гр. 101131-17 Кабак С.

Научный руководитель – д-р техн. наук, доц. Капский Д.В.

Исследуемый участок – нерегулируемый обозначенный пешеходный переход в одном уровне через автомобильную дорогу республиканского значения Р-23 Минск – Микашевичи на км 17,696 (рисунок 1). На рисунке 2 представлены результаты исследования размещения ТСОДД на исследуемом участке.



Рисунок 1 – Пешеходный переход на км 17,696 Р-23 Минск – Микашевичи

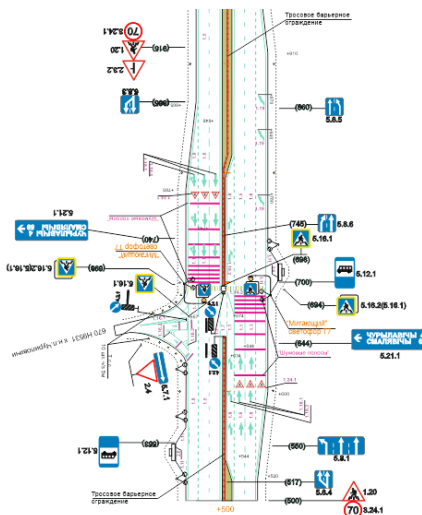


Рисунок 2 – Размещение ТСОДД на исследуемом участке

**ИССЛЕДОВАНИЕ ПОТЕРЬ ОТ ЗАДЕРЖЕК ТРАНСПОРТА**

Студент гр. 101131-17 Кабак С.

*Научный руководитель – д-р техн. наук, доц. Капский Д.В.*

Годовые потери от задержек транспорта (на полосе)  $\Pi_d$ , у.е./год, определяются по формуле

$$\Pi_d = \frac{d_s}{3600} \times Q \times K_{пэ} \times \Phi_r \times C_d \times S, \quad (1)$$

где  $d_s$  – удельная задержка, с/а·км;  $Q$  – интенсивность движения, ед./ч;  $K_{пэ}$  – экономический коэффициент приведения транспортных средств;  $\Phi_r$  – годовой фонд времени, час/год;  $C_d$  – стоимость одного часа задержки приведенного (легкового) автомобиля,  $C_d=2,2$  у.е./час;  $S$  – протяженность исследуемого объекта,  $S=0,415$  км.

$$d_s = \left( \frac{1}{V} - \frac{1}{V_n} \right) \times 3600, \quad (2)$$

где  $V$  – скорость движения исследуемого транспортного потока,  $V=70$  км/ч;  $V_n$  – скорость движения нормативная (эталонная),  $V_n=90$  км/ч.

Интенсивность движения, приведенная к легковому автомобилю,  $Q'$ , ед./ч, вычисляется по формуле

$$Q' = Q_i \times K_{пнi}, \quad (3)$$

где  $Q_i$  – интенсивность движения  $i$ -го типа транспортного средства, ед./ч;  $K_{пнi}$  – динамический коэффициент приведения  $i$ -го типа транспортного средства.

Годовые суммарные экономические потери  $\Pi_{ЭКНС}$ , у.е./год составляют сумму всех потерь

$$\Pi_{ЭКНС} = \Pi_d + \Pi_o + \Pi_f + \Pi_{dn}, \quad (4)$$

$$\Pi_{ЭКНС} = 1\,988 + 15\,472 - 450 + 5\,897 = 22\,907 \text{ у.е./год}$$

**УСЛОВИЯ ДВИЖЕНИЯ В МЕСТЕ КОНТРОЛЯ СКОРОСТИ**

Студент гр. 101131-17 Хромченко А.Д.

*Научный руководитель – д-р техн. наук, доц. Канский Д.В.*

Автомобильная дорога М-10 граница Российской Федерации (Селище) – Гомель – Кобрин является международным транспортным коридором и обеспечивает кратчайшую связь стран Европейского Союза, Республики Беларусь и Российской Федерации. Дорога имеет протяженность около 543 км и проходит с востока на запад по территории Гомельской и Брестской областей, соединяя между собой районные центры Полесья, начинается от границы с Россией и следует на запад, проходя города Добруш, Гомель, Речица, Василевичи, Калинковичи, Петриков, Житковичи, Микашевичи, Лунинец, Пинск, Иваново, Дрогичин, Антополь, заканчивается в Кобрине. Исследуемый участок автомобильной дороги (км 537,000 – 538,000) расположен вблизи г. Кобрин в непосредственной близости от населенного пункта Быстрица и транспортной развязки с автомобильной дорогой М-1/Е30 Брест – Минск – граница Российской Федерации, соответствует параметрам II категории, имеет 2 полосы движения шириной по 3,75 м (ширина проезжей части 7,5 м), и укрепленные обочины шириной 2,5 м. Перед транспортной развязкой обустроены полосы торможения (разгона). Движение пешеходов и велосипедистов предусмотрено по укрепленным обочинам, пешеходные переходы на рассматриваемом отрезке дороги отсутствуют. Исследуемый участок дороги имеет покрытие проезжей части и обочин из асфальтобетона, наружным освещением не обустроен. Приведенная интенсивность движения транспортных (по ГОСТ 32965-2014) составляет около 4,2 тыс. авт/сут, в том числе: 3,1 тыс. легковых автомобилей, 387 грузовых, 140 автопоездов и 72 автобуса. На данном участке дороги установлен скоростной режим движения 90 км/ч для легковых автомобилей, мотоциклов и автобусов, 70 км/ч – для грузовых автомобилей.

С учетом анализа аварийности, по предложению территориального подразделения Госавтоинспекции МВД с 1 декабря 2016 г. на км 587+987 в автоматическом режиме функционирует стационарный датчик контроля скорости. На рассматриваемом участке имеются три нерегулируемых перекрестка с полевыми дорогами, эксплуатируемыми, как правило, местными жителями.

УДК 656.13.08

**АНАЛИЗ АВАРИЙНОСТИ НА 537 КМ АВТОМОБИЛЬНОЙ  
ДОРОГИ М-10 «ГРАНИЦА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
(СЕЛИЩЕ) – ГОМЕЛЬ – КОБРИН»**

Студент гр. 101131-17 Хромченко А.Д.

*Научный руководитель – д-р техн. наук, доц. Капский Д.В.*

Аварийность на 537 км автомобильной дороги М-10 «граница Российской Федерации (Селище) – Гомель – Кобрин» представлена в таблице 1.

Таблица 1. Спецификация аварий на исследуемом участке автомобильной дороги М-10 за период с 1 декабря 2013 г. до 31 декабря 2019 г.

№ДТП	Дата	Вид ДТП	Нарушение ПДД	км+м	Кол-во ран/пог
1	09.06.2015	столкн. на пересеч.	несоблюдение очередности проезда	537+20	4/0
2	09.10.2016	столкн. попутное	нарушение правил маневрирования	537+419	1/0
3	10.01.2018	столкновение лобовое	выезд на полосу встречного движения	537+150	2/0

В результате ДТП 09.06.2015 (№1) один пассажир получил тяжкие телесные повреждения, водитель и два пассажира – телесные повреждения средней степени тяжести.

В ДТП 09.10.2016 (№2) водитель одной из автомашин получил телесные повреждения средней степени тяжести.

В ДТП 10.01.2018 (№3) один пассажир получил телесные повреждения средней степени тяжести и один – легкие телесные повреждения.

Происшествия совершены во вторник (№1), среду (№3) и воскресенье (№2), при этом два последних произошли в темное время суток при отсутствии наружного освещения.

УДК 656.13.08

**АНАЛИЗ РАБОТЫ СТАЦИОНАРНЫХ ДАТЧИКОВ  
КОНТРОЛЯ СКОРОСТИ ДВИЖЕНИЯ ТРАНСПОРТНЫХ  
СРЕДСТВ НА 537 КМ АВТОМОБИЛЬНОЙ ДОРОГИ  
М-10 «ГРАНИЦА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
(СЕЛИЩЕ) – ГОМЕЛЬ – КОБРИН»**

Студент гр. 101131-17 Хромченко А.Д.

*Научный руководитель – д-р техн. наук, доц. Капский Д.В.*

Одним из показателей эффективности работы РИС является количество наложения административных взысканий за нарушения установленной скорости, выявленные средствами фотофиксации, работающими в автоматическом режиме. В таблице 1 представлены данные о количестве фактов нарушений установленной скорости движения, выявленных датчиком контроля скорости на км 357+987 автодороги М-10 и повлекших привлечение водителей к административной ответственности.

Таблица 1

Нарушения	2017 г.	2018 г.	2019 г.
превышение скорости от 11 до 20 км/ч	1045	425	519
превышение скорости от 21 до 30 км/ч	58	58	79
превышение скорости от 31 до 40 км/ч	13	13	18
превышение скорости свыше 40 км/ч	6	6	4
Всего	1122	502	620

С учетом ответственности, предусмотренной частями 5–8 статьи 18.13 Кодекса об административных правонарушениях, сумма наложенных штрафов составляет значения, приведенные в таблице 2.

Таблица 2

Нарушения	Наложено штрафов на сумму, у.е.		
	2017 г.	2018 г.	2019 г.
превышение скорости от 11 до 20 км/ч	5722,6	2327,4	2842,1
превышение скорости от 21 до 30 км/ч	1270,5	1270,5	1730,5
превышение скорости от 31 до 40 км/ч	569,5	569,5	788,6
превышение скорости свыше 40 км/ч	394,3	394,3	262,9
Всего	7956,9	4561,7	5624,0

Из таблицы видно, что в 2018–2019 г.г. по сравнению с 2017 г. выявлено значительно меньшее количество нарушений.

**АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ  
СТАЦИОНАРНЫХ ДАТЧИКОВ КОНТРОЛЯ СКОРОСТИ  
ДВИЖЕНИЯ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ**

Студент гр. 101131-17 Хромченко А.Д.

*Научный руководитель – д-р техн. наук, доц. Капский Д.В.*

Выполнен расчет потерь в дорожном движении на 357 км автодороги М-10 граница Российской Федерации-Гомель-Кобрин. Изучено состояние аварийности на исследуемом объекте, проведен анализ существующей организации движения, а также расчет экономических, аварийных и экологических потерь, в том числе с учетом применения средств фотофиксации скоростного режима. С учетом отсутствия единых подхода и методик, в меньшей степени подлежала изучению социальная составляющая потерь на рассматриваемом участке, в том числе оценка такого фактора, как повышение уровня социальной ответственности участников движения, социальных потерь от асоциального поведения отдельных водителей.

Суммарные потери на 537 км автодороги М-10 до установки датчика контроля скорости составляют:

$$P_{\Sigma 1} = P_{A1} + P_{\text{ЭК1}} + P_{\text{ЭКЛ1}}, \text{ у.е./год}, \quad (1)$$

где  $P_{\Sigma 1}$  – суммарные потери до установки датчика контроля скорости.

$$P_{\Sigma 2} = P_{A2} + P_{\text{ЭК2}} + P_{\text{ЭКЛ2}}, \text{ у.е./год}, \quad (2)$$

где  $P_{\Sigma 2}$  – суммарные потери после установки датчика контроля скорости.  $P_{\Sigma 1} = 25,3$  тыс. у.е./год;  $P_{\Sigma 2} = 22,5$  тыс. у.е./год.

Годовая экономия от внедрения предложений по совершенствованию организации движения определяется по формуле:

$$\begin{aligned} \Delta Z &= P_{\Sigma 1} - P_{\Sigma 2}, \text{ у.е./год}; \\ \Delta Z &= 25,3 - 22,5 = 2,8 \text{ тыс. у.е./год} \end{aligned} \quad (3)$$



Капитальные вложения (единовременные затраты) на установку и годовое обслуживание стационарного датчика контроля скорости ( $K_1$ ) составляют 35 тыс. у.е. Коэффициент экономической эффективности предложений по совершенствованию организации движения  $E$ :

$$E = \Delta Z / K_1 = 2,8 / 35 = 0,08 \quad (4)$$

Срок окупаемости  $T_{ок}$  определяется по формуле:

$$T_{ок} = K_1 / \Delta Z = 35 / 2,8 = 12,5 \text{ лет.} \quad (5)$$

Проведен экономический расчет эффективности применения средств фотофиксации скоростного режима на рассматриваемом участке автомобильной дороги. Срок окупаемости составил 12,5 лет.

## ИССЛЕДОВАНИЕ ХАРАКТЕРИСТИК ТРАНСПОРТНЫХ И ПЕШЕХОДНЫХ ПОТОКОВ В «НАГРУЖЕННЫЙ» ПЕРИОД

Студентка гр. 101131-17 Мацкевич В.

Научный руководитель – д-р техн. наук, доц. Капский Д.В.

Исследования на регулируемом перекрестке выполняются в период с 7:00 до 23:00 ч с интервалом в 2-4 часа, с обязательными замерами в часы пик в рабочий день недели. Замеры выполнялись 19.03.2020, 7:30, 10:30 (утренний «час пик»), 12:50, 16:50, 18:00 (вечерний «час пик»), 21:30. Длительность светофорного цикла в течение дня не изменялась и равна 100 с. Длительность каждого замера 10 минут (600 с, 6 циклов светофорного регулирования). Результаты экспериментальных исследований представлены в виде существующего графика работы светофорного объекта, картограммы интенсивности транспортных и пешеходных потоков, а также графиков изменения интенсивности по времени суток. Результаты экспериментальных исследований транспортных и пешеходных потоков (фрагмент) представлены на рисунке 1.

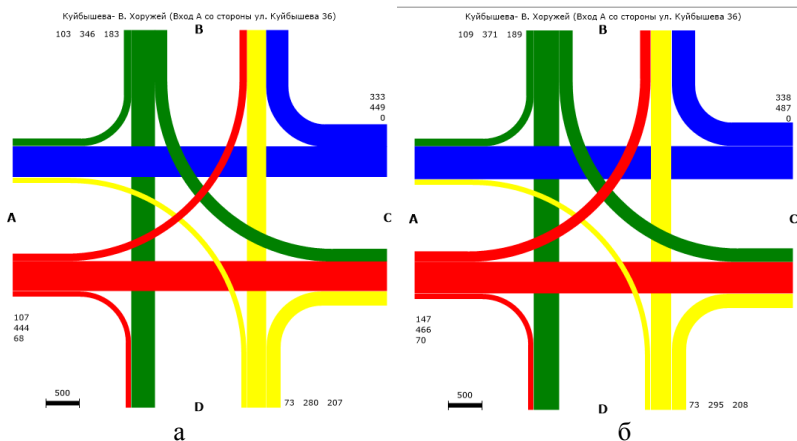


Рисунок 1 – Картограмма среднечасовой интенсивности транспортных и пешеходных потоков для измерений а – в 7:30 и б – в 10:30

УДК 656.13.08

## **ИССЛЕДОВАНИЕ ХАРАКТЕРИСТИК ТРАНСПОРТНЫХ И ПЕШЕХОДНЫХ ПОТОКОВ В «НАГРУЖЕННЫЙ» ПЕРИОД**

Студентка гр. 101131-17 Мацкевич В.

*Научный руководитель – д-р техн. наук, доц. Капский Д.В.*

В результате экспериментальных и расчетных исследований была проведена комплексная оценка ОДД на участке УДС г. Минска, включающего регулируемый перекресток улицы Куйбышева – улицы Веры Хоружей и прилегающий перегон улицы Веры Хоружей в сторону улицы Якуба Коласа.

В результате структуризации на участке исследования выделены следующие типовые объекты: регулируемые перекрестки: ул. Куйбышева – ул. Веры Хоружей, ул. Якуба Коласа – ул. Веры Хоружей; нерегулируемые перекрестки: два заезда во дворы по ул. Веры Хоружей, заезд на паркинг вблизи ТЦ «Силуэт», заезд и выезд с конструктивно выделенного остановочного пункта маршрутных транспортных средств; 4 остановочных пункта маршрутных транспортных средств на ул. Веры Хоружей в сторону ул. Куйбышева и в сторону ул. Якуба Коласа; регулируемые пешеходные переходы (на улице Веры Хоружей вблизи дома №9, дома № 1А, в пределах перекрестка с ул. Я.Коласа).

Потери в дорожном движении на участке исследования при существующей ОДД составляют 2016,7 тыс. у.е./год, в том числе:

- экономические – 1 825,7 тыс. у.е./год (90,5%),
- экологические потери от выбросов – 127,1 тыс. у.е./год (6,3%),
- экологические потери от шума – 63,9 тыс. у.е./год (3,2%),

Потери в дорожном движении на участке исследования при схеме ОДД применяемом в 2016 году составляют 1 167,5 тыс. у.е./год, в том числе: экономические – 922,8 тыс. у.е./год (79,0%), экологические потери от выбросов – 161,2 тыс. у.е./год (13,8%), экологические потери от шума – 83,5 тыс. у.е./год (7,2%),

Таким образом, схема регулирования, применяемая в 2016 году (до выделения полосы для движения велосипедистов) является экономически более выгодной, но с незначительным ухудшением экологической ситуации.

## ОБОСНОВАНИЕ ВМЕСТИМОСТИ АВТОБУСОВ ПРИ МЕЖДУГОРОДНЫХ ПЕРЕВОЗКАХ ПАССАЖИРОВ В РЕГУЛЯРНОМ СООБЩЕНИИ

Студент гр. 10114116 Драб И.С.

*Научный руководитель – доцент Седюкевич В.Н.*

Цель работы состоит в оптимизации пассажироместимости автобусов для работы на маршруте при междугородных перевозках пассажиров в регулярном сообщении. Требуемая суточная общая провозная способность  $Q_{\text{пс}}$  на маршруте при таких автомобильных перевозках может быть реализована автобусами различной единичной вместимости  $q$ . Чем меньше значение  $q$ , тем больше рейсов при принятой провозной способности  $Q_{\text{пс}}$  необходимо выполнить за сутки, и перевозчик понесет большие затраты на выполнение перевозок. Однако при этом достигается снижение величины потерь пассажиров за счет сокращения времени ожидания ими начала поездки. При больших значениях  $q$  снижается себестоимость перевозок и возрастают потери пассажиров. Поэтому значение  $q$  предлагается обосновывать при известном  $Q_{\text{пс}}$  по критерию оптимальности в виде целевой функции  $Z_q$ :

$$Z_q = Z_{\text{пасс}} + Z_{\text{пп}} = \min_q,$$

где  $Z_{\text{пасс}}$  – потери пассажиров из-за ожидания поездки, руб./пасс.;  
 $Z_{\text{пп}}$  – себестоимость перевозки одного пассажира, руб./пасс.

В работе предложены зависимости для определения  $Z_{\text{пасс}}$  и  $Z_{\text{пп}}$  в зависимости от значения  $q$ , что позволяет найти оптимальное значение  $q_{\text{опт}}$ . Установлено, что на  $q_{\text{опт}}$  оказывает влияние ряд факторов, в частности длина маршрута, коэффициент сменности пассажиров на маршруте, средняя техническая скорость движения автобусов, длительность простоев автобусов на конечных и промежуточных пунктах маршрута.

Предложенный подход позволяет учесть интересы как перевозчиков, так и пассажиров, в частности повысить конкурентоспособность перевозчиков при оказании транспортных услуг.

**СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ОБЪЕМОВ  
ЗАПРАВКИ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ ПО СТРАНАМ ПРИ  
МЕЖДУНАРОДНЫХ АВТОМОБИЛЬНЫХ ПЕРЕВОЗКАХ**

Студент гр. 10117118 Земба А.П.

*Научный руководитель – доцент Седюкевич В.Н.*

Цель работы – совершенствование определения объемов заправок топливом (зарядки электроэнергией) транспортных средств на территории различных стран при международных автомобильных перевозках. Известна методика [1], обеспечивающая минимальные затраты на заправки топливом и учитывающая три вида ограничений, имеющих место при переезде из одной страны в другую: заправочный объем баков транспортного средства; минимально допустимый остаток топлива в баках; ограничение по количеству на ввоз топлива из одной страны в другую. Однако при оптимизации по данной методике объем заправки на территории одной из стран может быть незначительным, что будет несущественно влиять на целевую функцию, но вызывать дополнительные потери топлива и времени на заезд транспортного средства на заправочную станцию. Поэтому предлагается четвертый вид ограничений, что заправка (зарядка) на территории стран производится исходя из минимума суммарных затрат, однако на территории каждой из стран она может или вообще не производится или должна быть не менее  $V_{min}$ . При этом учитывается, что в случае, если оптимальная заправка на территории страны при учете исходных трех ограничений менее  $V_{min}$ , то полный запрет на заправку на территории этой страны может привести к отсутствию допустимого решения задачи линейного программирования.

Введение предложенного дополнительного ограничения исключает в оптимальном решении заправку (зарядку) на территории каждой из стран проезда менее установленного значения  $V_{min}$ .

*Литература*

1. Седюкевич, В.Н. Международные автомобильные перевозки грузов: учебное пособие / В.Н.Седюкевич, С.А.Аземша. М-во образования Респ.Беларусь, Белорус.гос.ун-т трансп.– Гомель: БелГУТ, 2012. – 199 с.

**СЕКЦИЯ «ЭКОНОМИКА И ЛОГИСТИКА»**

УДК 658.64

## **ПРИОРИТЕТЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ КОРПОРАТИВНОЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ «1С: ПРЕДПРИЯТИЕ» В ЛОГИСТИКЕ**

Студентки гр. 101042-18 Василенко А.Ю., Романовская Д.Л.

*Научный руководитель – ст. препод. Стефанович Н.В.*

В процессах построения логистических моделей информационные технологии играют важную роль, связанную с повышением качества организационно-управленческой инфраструктуры предприятия. Отраслевым решением для автоматизации бизнес-процессов транспортной логистики в компаниях является применение системы «1С: Предприятие». Она определяется такими подсистемами как управление потребностями в перевозке грузов, автоматическое и ручное планирование маршрутов доставки, формирование рейсов.

По результатам внедрения компанией ООО «АНИКС» «1С: Предприятие» необходимо отметить, что она ощутимо сокращает время работы логистов и в то же время значительно увеличивает их возможности. Среди ведущих поставщиков информационных систем управления предприятием «1С» занимает второе место с долей в 32,9%. По числу продаваемых лицензий она является явным лидером с долей рынка свыше 80%. Система программ «1С: Предприятие» доказала свою эффективность при автоматизации управления и учета более чем в 1,5 млн. организаций. В настоящее время примечателен рост данной системы в странах СНГ.

На многих логистических предприятиях с помощью данной системы логисты могут оперативно оценивать потребности в перевозке грузов, обрабатывать заявки, подбирать транспорт, формировать рейсы, рассчитывать себестоимость перевозок. При этом снижаются трудовые затраты сотрудников, а все ключевые задачи выполняются в автоматическом режиме. За счет своей универсальности она может быть использована для автоматизации процессов экономической деятельности предприятия.

**ЛОГИСТИЧЕСКИЙ ПОДХОД К РАЗВИТИЮ СИСТЕМЫ  
ПАССАЖИРСКОГО ОБЩЕСТВЕННОГО ТРАНСПОРТА  
В ГОРОДЕ МИНСКЕ**

Студентка гр. 101042-18 Устинович К.А.

*Научный руководитель – м.э.н., асс. Зиневич А.С.*

Система пассажирского общественного транспорта является одним из основных элементов социальной инфраструктуры современного города, обеспечивающим потребность жителей в городских, пригородных и междугородных перевозках. Надёжная и эффективная работа общественного транспорта для города является важнейшим показателем социально-политической и экономической стабильности.

В городе Минске ключевым субъектом пассажирского общественного транспорта выступает коммунальное транспортное унитарное предприятие «Минсктранс». За 9 месяцев 2019 года филиалами КТУП «Минсктранс» перевезено 358,1 млн. пассажиров, что составляет 104,5% к объёму перевозок за соответствующий период 2018 года. В разрезе направлений транспортировки сокращение объёма перевозок наблюдается только в междугородном сообщении, что объясняется закрытием ряда низкорентабельных маршрутов. Общая сумма доходов от реализации продукции, работ и услуг по предприятию за январь-сентябрь 2019 года составила 157,3 млн. рублей (прирост на 6,0% к уровню доходов за аналогичный период 2018 года). В общем объёме доходов наибольший удельный вес составляют поступления от перевозки пассажиров в городском и пригородном сообщении – 79,5%.

Дальнейшее развитие системы пассажирского общественного транспорта Минска предполагает использование в качестве методологического основания логистического подхода к организации пассажирских перевозок. При этом количество единиц подвижного состава, режим его работы и маршруты движения должны гарантировать безопасность, надёжность и беспересадочность доставки пассажиров «от двери к двери» к необходимому им времени по системе «точно в срок».



## **ГЕНЕЗИС И РОЛЬ АУТСОРСИНГА В СОВРЕМЕННЫХ ЭКОНОМИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ**

Студентка гр. 101041-19 Маркова Е.С.

*Научный руководитель – м.э.н., асс. Зиневич А.С.*

Аутсорсинг (от англ. outsourcing – внешний источник) – это современная форма ведения бизнеса, при которой выполнение ключевых функций предприятия, а зачастую и соответствующие ресурсы передаются внешней стороне, способной эффективно реализовывать указанные функции и использовать переданные ресурсы в интересах заказчика.

Генезис аутсорсинга как явления в экономических системах лежит на пересечении трёх направлений экономической теории: теорий транзакционных издержек, конкурентных преимуществ и социального обмена.

В основе аутсорсинга лежит стремление хозяйствующего субъекта минимизировать издержки, которое трактуется теорией транзакционных издержек. Согласно этой, теории предпосылки для аутсорсинга возникают тогда, когда сделка (транзакция) носит специфический характер и часто повторяется, однако не настолько проста, чтобы совершить её на рынке, и при этом не столь специфична и сложна, чтобы осуществлять её самому.

Теория конкурентных преимуществ исследует стремление субъектов хозяйствования превзойти соперников в рыночной борьбе за счёт реализации конкурентных преимуществ. При этом все виды деятельности и функции, не относящиеся к указанным преимуществам фирмы, могут быть переданы сторонним компаниям в рамках отношений аутсорсинга.

Теория социального обмена значительно расширяет рамки понимания сущности аутсорсинговых отношений, поскольку объясняет, почему некоторые хозяйственные отношения с одними и теми же экономическими результатами могут восприниматься сторонами как успешные либо провальные.

Реализация гибких аутсорсинговых отношений призвана повышать экономическую эффективность хозяйствования.

## **ЛОГИСТИЧЕСКИЙ АУТСОРСИНГ КАК ИНСТРУМЕНТ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ХОЗЯЙСТВОВАНИЯ**

Студентка гр. 101042-18 Слинчук Я.Ю.

*Научный руководитель – м.э.н., асс. Зиневич А.С.*

На сегодня логистика в странах-членах Таможенного союза ЕАЭС обеспечивает формирование до 26% ВВП. Как показывает международный опыт, снижение логистических издержек возможно в случае передачи логистических операций на аутсорсинг специальным организациям – PL-провайдерам.

Несмотря на широкое распространение, логистические операторы низких уровней 1PL и 2PL постепенно уходят с мирового рынка логистических услуг, а им на смену приходят более высокоорганизованные структуры – 3PL- и 4PL-провайдеры. На отечественном рынке услуги 4PL пока не представлены, как и отсутствуют подобные операторы на территории государств-партнеров Беларуси по ЕАЭС.

Владельцы бизнеса обращаются к аутсорсингу, то есть к передаче своих функций специализированной организации, в момент, когда перед ними остро встает необходимость сохранения уровня конкурентоспособности или быстрого масштабирования. Стратегическое преимущество аутсорсинга заключается в том, что руководящее звено фирмы может использовать все временные ресурсы для сосредоточения на ключевых бизнес-процессах. При выборе подрядчика имеют значение как стоимость, так и качество выполнения услуг, поскольку вся ответственность, в том числе и финансовые риски, перекладывается на плечи партнеров-аутсорсеров.

У субъекта хозяйствования появляется возможность сократить штат или перераспределить нагрузку на персонал, увеличивая инвестиционную привлекательность предприятия: эффективность каждого отдельного сотрудника растет, что отражается на ценности компании в целом.

УДК 658.78

## **ОБОРУДОВАНИЕ СКЛАДА И ПРИМЕНЕНИЕ СИСТЕМЫ WMS КАК ИНСТРУМЕНТЫ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ СКЛАДСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ**

Студентки гр. 101042-18 Василенко А.Ю., Романовская Д.Л.

*Научный руководитель – м.э.н., асс. Зиневич А.С.*

Современный крупный склад – это сложное техническое сооружение, состоящее из многих взаимосвязанных элементов, имеющее определенную структуру и реализующее ряд функций по преобразованию материальных потоков. При складской обработке товаров применяют различное оборудование, которое можно разделить на четыре вида: технологическое, подъемно-транспортное, весоизмерительное и фасовочное. Основным принцип рационального складирования – оптимальный выбор системы складирования и, прежде всего, складского оборудования.

От рационального выбора оборудования для склада, его количества и затрат на закупку зависит эффективность работы складского хозяйства. Применение подъемно-транспортного оборудования способствует облегчению тяжёлых и трудоёмких работ, ускоряет выполнение погрузо-разгрузочных операций. Использование технологического оборудования сокращает трудовые затраты, позволяет более эффективно использовать площади и ёмкости складских помещений.

Автоматизация склада осуществляется с помощью систем управления складом WMS, обеспечивающих оптимизацию всех процессов складской работы предприятия. Системы класса WMS определяют оптимальные с точки зрения повышения производительности процесса схемы движения товара, а затем выбирают подходящего исполнителя задания. Способом повышения производительности и снижения складских затрат с помощью WMS является повышение эффективности использования складского пространства.

Сегодня перспективным направлением развития складов является полная механизация и автоматизация складских работ, компьютеризация учётных, плановых и иных операций.

УДК 658.78(476)

**ИССЛЕДОВАНИЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ЗАПАСАМИ  
ПРЕДПРИЯТИЯ НА ПРИМЕРЕ ЗАО «ХОЛДИНГОВАЯ  
КОМПАНИЯ «ПИНСКДРЕВ»**

Студентка гр. 101042-18 Рудковская Е.М.

*Научный руководитель – м.э.н., асс. Зиневич А.С.*

Атрибутом современного производства являются запасы – залог непрерывности процесса воспроизводства. Актуальность развития управления запасами обусловлена тем, что избыток или дефицит запасов приводит предприятия к снижению прибыли и конкурентоспособности в рыночных условиях. При грамотном подходе к управлению запасами этого можно избежать.

Сегодня деятельность белорусского промышленного гиганта ЗАО «Холдинговая компания «Пинскдрев» ведётся по инновационному пути развития: реализуется единая техническая политика, обеспечивающая высокую конкурентоспособность.

В структуре запасов предприятия за 2017-2018 гг. преобладают сырьё, материалы и иные аналогичные ценности (около 80%). Незавершенное производство имеет тенденцию к снижению. Запасы готовой продукции пополняются при остатке менее 1%. Доля расходов будущих периодов постоянно колеблется от 3,5% до 11% общего объема запасов.

Развитие ЗАО «Холдинговая компания «Пинскдрев» предполагает дальнейшее повышение эффективности управления материальными и энергетическими ресурсами. Основой для достижения экономии призвано стать технологическое совершенствование производства, охватывающее задачи:

- экономия сырья, материалов и энергетических ресурсов, заложенная в процессе разработки изделий;
- экономия сырья и материалов посредством улучшения аппликации изделий;
- экономия сырья и материалов посредством развития технологического процесса;
- экономия сырья, материалов и энергоресурсов по итогам научных исследований и разработок в соответствующих областях.

УДК 005.932

## **РАЗВИТИЕ ЛОГИСТИЧЕСКИХ КЛАСТЕРОВ В ЕВРОПЕ**

Студентка гр. 101042-17 Курлович Д.В.

*Научный руководитель – м.э.н., асс. Зиневич А.С.*

Эффективным инструментом модернизации транспорта и развития транспортной логистики является формирование транспортно-логистических кластеров (ТЛК), обеспечивающих повышение конкурентоспособности региона и улучшение инвестиционного климата.

По определению М. Портера, кластер – географическое сосредоточение фирм, поставщиков связанных отраслей, которые играют особую роль в отдельных нациях, странах и городах. В основе кластеров лежит принцип «тройной спирали» – тесное взаимодействие государства, бизнеса и науки.

Логистический кластер – это устойчивое взаимодействие независимых географически сконцентрированных рыночных субъектов, реализующих логистические функции по поддержанию полного цикла основных и сопутствующих потоков и сквозную оптимизацию ресурсов от поставщиков до потребителей.

Сегодня в Евросоюзе стимулируют развитие кластеров с помощью эффективной налоговой, бюджетной, кредитной, таможенной политики, путём создания передовых научных и учебных центров, технологической инфраструктуры. В ЕС сформированы единые стандарты в сфере транспорта, утверждены «Манифест кластеризации в странах ЕС» и «Европейский кластерный меморандум». По данным исследования компании «EVENTUS Consulting» ежегодный рост мирового рынка логистических услуг составляет 16–22%.

Формирование кластеров актуально для Беларуси как возможность интегрировать отечественные предприятия в цепи поставок в пределах национальной экономики и в формате внешнеэкономической деятельности. Субъекты хозяйствования смогут внедрять инновации, повышать конкурентоспособность продукции, расширять рынки сбыта и повышать доходы.

УДК 005.932(476)

## **РОЛЬ ИНФРАСТРУКТУРЫ МЕЖДУНАРОДНОЙ ЛОГИСТИКИ В СОВРЕМЕННОЙ РЫНОЧНОЙ ЭКОНОМИКЕ**

Студентка гр. 101042-18 Козачёк К.И.

*Научный руководитель – м.э.н., асс. Зиневич А.С.*

В современной рыночной экономике многообразные процессы перемещения, складирования и хранения товаров, а также сопровождающие их информационные потоки требуют специальных технических средств, которые составляют инфраструктуру международной логистики. Это организационно-техническая система, обеспечивающая чёткое и бесперебойное выполнение логистических функций и содействующая минимизации логистических издержек.

В Беларуси примером эффективного использования логистической инфраструктуры в рамках международных цепей поставок выступает деятельность компании ООО «Современный логистический центр «Двадцать четыре»». Логистический центр работает с 2011 года в круглосуточном формате. Компания оказывает комплексные услуги по перевозке грузов автомобилями MAN, способными одновременно транспортировать от 5 до 10 тонн груза. Кроме того, в логистической компании сформирована база перевозчиков с автопарком более 40 транспортных средств.

ООО «Современный логистический центр «Двадцать четыре»» также владеет собственным складским комплексом. Компания располагает 51 единицей складской техники ведущих европейских производителей. Логистический центр осуществляет все виды функций по складской переработке товаров: маркировка, стикеровка, комплектация заказов, упаковка заказов, паллетирование, кросс-докинг и так далее.

Эффективное функционирование инфраструктуры компании и высокое качество логистического обслуживания обеспечиваются современным парком подвижного состава и складским оборудованием, а также автоматизированной системой управления процессами на складе WMS.

УДК 005.932

## **ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ЦИФРОВОЙ ЛОГИСТИКИ В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ**

Студентка гр. 101042-18 Барцевич Е.А.

*Научный руководитель – м.э.н., асс. Зиневич А.С.*

Становление в мире новой сетевой экономики, основанной на географически распределенных производственных процессах, привела к росту до 10% логистических издержек в конечной стоимости продукта. При этом началась цифровая трансформация логистики, которая привела к появлению нового термина – «цифровая логистика» («логистика 4.0»), которая призвана повысить эффективность и скорость логистических процессов, что должно несколько снизить указанную долю издержек.

Цифровую логистику можно определить, как часть логистических функций и операций, в которых произошли цифровые преобразования с использованием информационно-коммуникационных технологий. В области транспортировки цифровая логистика затрагивает цифровизацию грузоперевозок, включает внедрение интеллектуальных систем управления и отслеживания грузов на всех этапах доставки, полную автоматизацию документооборота (включая электронные товарно-транспортные накладные) внутри страны и в международном сообщении, быстрое таможенное оформление грузов при транзитной транспортировке.

В Республике Беларусь на сегодня предпринимаются шаги по цифровизации национальной экономики в целом и сферы логистической деятельности в частности. Прежде всего, речь идёт о создании цифровых транспортных коридоров, когда параллельно с материальным потоком товаров перемещается информация, все процессы управления переведены в электронную форму, а сам процесс перемещения потоков происходит в ускоренном режиме. Цифровая транспортная логистика предполагает соединение клиентов и логистических операторов через единую цифровую платформу, призванную существенно сократить стоимость перевозок, ускоряя их реализацию.

## **ПУТИ СНИЖЕНИЯ СЕБЕСТОИМОСТИ АВТОМОБИЛЬНЫХ ПЕРЕВОЗОК**

Студентка гр. 101042-16 Черёмухина А.П.

*Научный руководитель – м.э.н., асс.стент Зиневич А.С.*

Основное назначение деятельности по управлению затратами на автотранспортных предприятиях (АТП) – рациональное использование всех видов ресурсов и снижение себестоимости перевозок грузов и пассажиров.

Себестоимость перевозок составляет основу тарифов на услуги транспорта. Поэтому ее снижение обеспечивает улучшение финансового состояния АТП или индивидуального предпринимателя. На грузовом автотранспорте появляется возможность понижения уровня тарифов с последующим снижением себестоимости продукции других отраслей экономики и расширением сферы их обслуживания транспортом. На пассажирских перевозках снижение тарифов является важнейшим фактором увеличения объема перевозок и повышения благосостояния населения.

Себестоимость на каждом отдельном АТП определяется условиями труда, степенью технической вооруженности, уровнем производительности труда и организации производства, условиями снабжения и сбыта, степенью использования основных и оборотных фондов, уровнем цен на средства производства и иными факторами.

Основные пути снижения себестоимости перевозок грузов и пассажиров на автотранспорте включают: повышение производительности труда; улучшение показателей использования подвижного состава; экономия материальных и денежных ресурсов; сокращение административно-хозяйственных расходов.

Специализация АТП по видам перевозок способствует снижению себестоимости, так как позволяет применять специализированные автотранспортные средства для перевозки однородных грузов, улучшать использование автомобилей на линии, внедрять поточные методы обслуживания подвижного состава, сокращать расходы на единицу продукции.



УДК 656.025.4

**КОНТРЕЙЛЕРНЫЕ ПЕРЕВОЗКИ: ПРЕИМУЩЕСТВА И  
НЕДОСТАТКИ. ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ  
КОНТРЕЙЛЕРНЫХ ПЕРЕВОЗОК  
В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ**

Студенты гр. 101031-16 Мацкевич Н.И., Попелухина Ю.А.

*Научный руководитель – канд. экон. наук, доц. Лапковская П.И.*

Контрейлерные перевозки – форма автомобильно-железнодорожной перевозки, когда автопоезд в полном составе (прицеп, полуприцеп) устанавливается на специальную железнодорожную платформу для контрейлерных перевозок, доставляется на станцию назначения, вновь прицепляется к тягачу, доставляющему его непосредственно грузополучателю.

Первый контрейлерный маршрут, проходящий через территорию Республики Беларусь, был реализован в 2003 году. Так был запущен контрейлерный поезд Ильичевск (Украина) – Минск (Беларусь) – Клайпеда (Литва).

Контрейлерным перевозкам присущи следующие преимущества: упрощение таможенных процедур, сокращение срока доставки грузов, уменьшение расхода автомобильного топлива, продление срока службы автомобиля, снижение загрязнения окружающей среды и др.

К основным недостаткам можно отнести: отсутствие правовой базы, регламентирующей порядок работы при выполнении данного вида перевозок, требуют больших инвестиций, т.к. требуется специализированный подвижной состав, а также специальное оборудование терминала для работы с данным видом перевозок (специализированные железнодорожные платформы, средства механизации погрузки-разгрузки и др).

Для Беларуси целесообразнее рассматривать вопрос развития контрейлерных перевозок в части транзита между Европой и Россией, когда речь идёт о транспортировке груза на большие расстояния.

**РАЗВИТИЕ КОНТЕЙНЕРНЫХ ПЕРЕВОЗОК  
В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ**

*Студенты гр. 101031-16 Белая А.Ю., Листратова А.А.  
Научный руководитель – канд. экон. наук, доц. Лапковская П.И.*

Контрейлерные перевозки – интермодальные автомобильно-железнодорожные грузовые перевозки, где в качестве укрупненной грузовой единицы выступает контрейлер (груженный автомобиль, автоприцеп, фургон), который на железнодорожном участке пути погружается на железнодорожную платформу.

Как свидетельствует международная практика, более трети всех международных грузоперевозок, осуществляемых по принципу «от двери до двери», выполняются с помощью контейнерных поездов. В Швейцарии, которая является лидером интермодальных перевозок, таким образом, транспортируется 35 % грузов.

Контрейлерные перевозки, предоставляемые Белорусской железной дорогой, не пользуются активным спросом у перевозчиков. Это связано с тем, что водителю выгодно постоять, он за это получает зарплату. Между тем владельцу груза воспользоваться контрейлерной перевозкой выгодно: груз проходит быстрее, идет экономия дизтоплива плюс время нахождения в пути засчитывается в отдых водителю.

В настоящее время контрейлерный поезд «Неман» курсирует со станции Колядичи (Минский узел) в Литву (Вильнюс и Каунас) и обратно.

Применение контрейлерных перевозок в Республике Беларусь даст такие преимущества как: «разгрузка» очередей в пунктах таможенного контроля, значительное сокращение выбросов выхлопных газов в окружающую среду от ТС, снижение нагрузки на автомобильные дороги страны.

## **РАЗВИТИЕ КИТАЙСКО-БЕЛОРУССКОГО ИНДУСТРИАЛЬНОГО ПАРКА «ВЕЛИКИЙ КАМЕНЬ»**

Студент гр. 101031-16 Кастусева Д.В.

*Научный руководитель – канд.экон.наук, доц. Лапковская П.И.*

Китайско-Белорусский индустриальный парк «Великий камень» — проект уникальный. Его называют связующим звеном для бизнеса Европы и Азии и эталонным образцом развития китайской инициативы «Пояс и путь».

Преимуществами индустриального парка являются: развитая логистика / выгодное географическое расположение; свободная таможенная зона; выход на рынки ЕАЭС и ЕС; налоговые льготы; развитая инфраструктура; ресурсные возможности; высококвалифицированные трудовые ресурсы/кадровый потенциал; поддержка резидентов; международное признание.

К настоящему времени 10 резидентов приступили к выпуску продукции (оказанию услуг), среди которых:

- ЗАО «Чайна Мерчантс СиЭйчЭн-БиЭлАр Коммерческая и Логистическая Компания»;
- завод компании «Чэнду Синьдзу Шелковый Путь Развитие» («Аовэй Технолоджи»);
- ООО «МАЗ-Вейчай»;
- белорусский резидент ООО «Леванта Групп» и др.

«Великий камень» развивается как современный умный город с акцентом на три главных направления, которое будут здесь органично развиваться, – экология, производство, жизнь.

В перспективе роль "Великого камня" будет становиться все более важной в двустороннем и международном сотрудничестве. Также очень важным является привлечение международных инвесторов в Беларусь. Парк будет способствовать индустриализации и внедрению инноваций в стране. Он станет инновационной площадкой для создания новой экономики в Беларуси.

## **ПОКАЗАТЕЛИ ЭФФЕКТИВНОСТИ УПРАВЛЕНИЯ ЗАПАСАМИ НА СКЛАДЕ**

Студент гр. 101042-18 Дудкина А.А.

*Научный руководитель – ст. препод. Якубовская Т.Л.*

В современных условиях нормальное функционирование организаций может быть достигнуто только на основе эффективного использования системы складирования и складской переработки. В Беларуси в 2020 г. действуют 42 логистических центра, причем 15 располагают на своей территории складами временного хранения. При создании нового склада или модернизации существующего требуется предварительное подробное изучение данных о планируемых объемах запаса, которые будут обслуживаться на складе. Необходимо оценить объемы входящих и исходящих потоков, предполагаемый оборот запасов на складе и многие другие данные для обеспечения налаженной системы работы склада. С этой задачей помогают справиться показатели эффективности.

Для оценки объемов запаса используются такие показатели как период хранения запаса, коэффициент оборачиваемости запаса и оптимальный объем заказа. В качестве критериев оценки склада применяются следующие показатели: показатель эффективности использования складской площади и объема; показатель общих затрат на 1 т товара, связанных с оснащенностью склада; показатель грузооборота запасов на складе; показатель пропускной способности склада; показатель эффективности использования стеллажного оборудования. Показатель эффективности использования складской площади и объема показывает, насколько эффективно используется складское пространство при установке конкретных видов оборудования, а экономический показатель дает возможность оценить затраты, связанные с их приобретением и эксплуатацией.

Таким образом, применение показателей эффективности в управлении запасами и организации самой работы склада позволяет получить четкую картину всего процесса функционирования складского комплекса с целью выявления узких мест в нем и направлений совершенствования.

**ОПЫТ МОДЕРНИЗАЦИИ ПАРКА ТРАНСПОРТНЫХ  
СРЕДСТВ ПОСРЕДСТВОМ ЛИЗИНГА  
В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ**

Студентка гр. 101041-16 Кисель М.М.

*Научный руководитель – д-р экон. наук, проф. Ивуть Р.Б.*

Одной из первых стран, которая начала внедрять лизинг, была Беларусь. После развала СССР, республика начала развивать международную торговлю. Для обеспечения намеченных темпов экономического роста в стране необходимо было оживлять инвестиционную политику и развивать рыночную экономику. Возрастание конкуренции требовало обновления производственного потенциала страны, однако, сдерживающим фактором являлся дефицит финансовых ресурсов и ограниченность средств, привлекаемых посредством банковских кредитов. Проблему можно было решить, используя современные и перспективные формы финансирования инвестиций, к которым можно отнести лизинг.

Вместе с тем, в Беларуси было очень малое количество автомобилей, соответствующих первоначальным европейским стандартам, которые предъявлялись для осуществления грузовых и пассажирских перевозок в страны ЕС. Решить данную проблему можно было только используя международный лизинг, позволявший при острой нехватке финансовых ресурсов приобретать технику в развитых странах, соответствующей стандартам Евро. Рассматривая динамику последних лет, общее количество автомобилей, задействованных на международных грузоперевозках в течение 2009–2018 гг. увеличилось с 8891 до 12209. В то же время, за этот период количество автомобилей, приобретенных по лизингу для осуществления международных грузоперевозок, увеличилось с 1771 до 2493. Хотя, лизинговые отношения в стране начали развиваться с 1991 г., до настоящего времени в этой области имеются сложные и нерешенные проблемы. По существующей мировой классификации, в которой определены шесть стадий развития лизинга, Беларусь находится на третьей стадии.

**ECONOMIC AND ECOLOGICAL EFFICIENCY OF  
INTERNATIONAL ROAD FREIGHT**

Student gr. 101041-17 Pazniakou P.A.

*Supervisor – Candidate of Economic Sciences, Associate Professor  
of Economics and Logistics Lapkovskaya P.I.*

In the European Union, heavy-duty vehicles (HDVs) are currently responsible for 27 % of road transport carbon dioxide (CO<sub>2</sub>) emissions. Since 1990 these emissions have increased by 25 % and, in the absence of new policies, they are projected to further increase. However, society is also greatly reliant on HDVs; they transport people and goods, connect people and industries, and contribute to Europe's societal and economic development.

The environmental impacts of trucking have received a great deal of attention, particularly in comparison with the impacts of rail. Trucking poses threats to the environment from two major quantifiable sources, air pollution and noise. In addition, the use of trucks contributes to land-use related environmental stresses and to the environmental impacts of accidents.

The table 1 summarises emission factors from a number of sources, developed in two different countries. The data are expressed in grams/tonne-km.

Table 1 – Truck Air Pollution Emission Factors, in grams/tonne-km

	Kürer (Germany)		Schoemaker & Bouman (Netherlands)			
	Local	Long-haul	Trucks	Trucks & Trailers	Truck-tractors & semi-trailers	Road freight overall
CO	1,86	0,25	2,24	0,54	0,34	0,90
CO <sub>2</sub>	255	140	451	109	127	211
HC	1,25	0,32	1,57	0,38	0,34	0,68
NO <sub>x</sub>	4,1	3,0	5,65	1,37	2,30	2,97
SO <sub>2</sub>	0,32	0,18	0,43	0,10	0,11	0,20
Particulates	0,30	0,17	0,90	0,22	0,19	0,39

## **THE ADVANTAGES OF A TRANSPORTATION MANAGEMENT SYSTEM**

Student gr. 101041-17 Pazniakou P.A.

*Supervisor – Candidate of Engineering Sciences, Associate Professor of  
Economics and Logistics Pilgun T.V.*

A transportation management system (TMS) is specialized software for planning, executing and optimizing the shipment of goods. Users perform three main tasks on a TMS: find and compare the rates (prices) and services of carriers available to ship a customer's order, book the shipment, then track its movement to delivery. The broader goals of using a TMS are to improve shipping efficiency, reduce costs, gain real-time supply chain visibility and ensure customer satisfaction.

TMSes are one of the core technologies used in supply chain management (SCM), a discipline sometimes divided into supply chain execution (SCE) and supply chain planning (SCP). Typically, a TMS serves both shippers, carriers and other logistics providers.

While some TMSes focus on a single mode of transportation, most support multimodal (where at least two of the various modes of transportation are used in a single contract) and intermodal (in which a cargo container is carried by at least two modes of transportation).

A TMS and modern transportation management in general provide many benefits to businesses. Some of the top benefits are:

- reduced costs for the business and the end customer;
- simplification of supply chain processes;
- faster and more accurate billing and documentation;
- improvement in visibility and security, especially in transit;
- time savings—fewer manual steps and fewer delays;
- the ability to track freight, both locally and globally;
- better import and export compliance;
- improvements in customer service and customer satisfaction.

## **ПРОЦЕССЫ ЖИЗНЕННОГО ЦИКЛА ПРОДУКЦИИ**

Студент гр. 101031-16 Кастусева Д.В.

*Научный руководитель – ст. препод. Сойко Р.А.*

Жизненный цикл продукции (ЖЦП) - совокупность взаимосвязанных процессов изменения состояния продукции при ее создании и использовании. Понятие процесса жизненного цикла продукции — условно выделяемой его части, которая характеризуется спецификой производимых на этом этапе работ и конечными результатами.

Можно выделить 12 процессов жизненного цикла продукции.

1. Маркетинг и изучение рынка.
2. Проектирование и разработка продукции.
3. Планирование и разработка процессов.
4. Процесс «закупки».
5. Производство и предоставление услуг.
6. Процесс «проверки».
7. Упаковка и хранение.
8. Реализация и распределение продукции.
9. Монтаж и ввод в эксплуатацию.
10. Техническая помощь и обслуживание.
11. Процессы после реализации.
12. Утилизация или восстановление в конце выработки ресурса.

Высокое качество продукции не там, где установлены высокие требования к контролю и испытанию готовой продукции, а там, где такие же высокие требования предъявляются:

- к определению требований и ожиданий потребителей;
- к качеству проектирования конструкций и технологий;
- к качеству исходного сырья, материалов, комплектующих;
- к качеству работы каждого рабочего, мастера, инженера, начальника цеха, генерального директора и т.д.



УДК 654.01

## **РАЗВИТИЕ ВОЗВРАТНОЙ ЛОГИСТИКИ В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ**

Студент гр. 10104117 Байдук Н.С.

*Научный руководитель – канд.экон.наук, доц. Лапковская П.И.*

Возвратная логистика – это процесс планирования, реализации и контроля рациональных, экономически эффективных потоков материалов, незавершенного производства, готовой продукции от точки потребления до точки их происхождения с целью возвращения стоимости продукта или подлежащей утилизации.

К основным «возвратным» технологиям в логистической деятельности относят: отбор поставщиков сырья с наименьшими затратами невозобновляемых ресурсов; уменьшение запасов для сокращения потребности в складских площадях; оптимизацию маршрутов транспортировки грузов в целях сокращения выбросов вредных газов, переход на более экологические виды транспорта (морской, водный, железнодорожный); исключение из логистической цепочки промежуточных пунктов хранения и перевалки грузов;

В Республике Беларусь возвратная логистика является развивающейся отраслью. Белорусские компании, имеющие намерения стать экологическими и социально ответственными, сталкиваются с рядом трудностей: высокий уровень затрат; низкий уровень предложения рынка; нехватка опыта применения принципов возвратной логистики; дефицит профессионалов в данной сфере.

Таким образом, необходимо отметить важность развития принципов устойчивого развития возвратной логистики в Республике Беларусь для повышения конкурентоспособности отечественной продукции, национальной экономики, для усиления экспорта. Применение данной концепции является необходимым для компаний, желающих успешно конкурировать на международном уровне.

## **ЛОГИСТИКА В СИСТЕМЕ МЕЖДУНАРОДНЫХ ГРУЗОВЫХ АВТОПЕРЕВОЗОК**

Студент гр. 101042-19 Кравец И.И.

*Научный руководитель – канд.экон.наук, доц. Лапковская П.И.*

Транспортная логистика – это управление транспортировкой грузов, т.е. изменение местоположения материальных ценностей с использованием транспортных средств. При традиционном подходе к транспортировке информационный поток движется вместе с материальным потоком от грузоотправителя, через экспедитора по транспортным средствам, и далее от экспедитора к грузополучателю. При таком подходе как транспортная логистика к системе добавляется ещё один элемент – единый оператор интермодальных перевозок, который управляет информационным потоком и координирует действия.

Главной целью логистики является обеспечение конкурентоспособных позиций организации бизнеса на рынке. Этого логистика добивается посредством управления потоковыми процессами на основе следующих правил: доставка с минимальными издержками необходимой конкретному покупателю продукции соответствующего качества и соответствующего количества в нужное место и в нужное время.

Многие вопросы, связанные с выполнением международных автомобильных перевозок, не могут быть решены в полной мере без участия государства. Им принимаются практические шаги, чтобы упростить работу белорусским международным перевозчикам.

В данной работе приведена общая характеристика системы управления грузоперевозками, проанализированы показатели результативности и эффективности управления грузоперевозками, выявлены проблемы организации управления грузоперевозками.

Целью научной работы является разработать рекомендации по совершенствованию системы грузоперевозок на основе логистического подхода.

Если следовать рекомендациям, которые приведены в научной работе, то можно осуществить безопасную своевременную доставку товаров с минимальными рисками без таможенных проволочек, без бумажных хлопот, без риска и порчи товара.

## **О РАЗВИТИЯ МОНИТОРИНГА ТРАНСПОРТА**

Студентка гр. 101041-17 Кашлей В.А

*Научный руководитель – канд. техн. наук, доц. Пильгун Т.В.*

Концепция применения навигационных приемников в автомобиле зародилась в Европе в начале 90-х годов прошлого столетия. Тогда же в англоязычной литературе появился термин Vehicle Navigation System. Практически сразу идея была подхвачена японскими производителями, которые отставали в этой области от Европы вплоть до 1996 года. Этот начальный период, когда определение местонахождения автомобиля стало осуществляться с использованием спутников GPS, получил название "гибридная навигация".

В зависимости от применяемых технических решений можно выделить пять поколений систем спутникового мониторинга транспорта: GPS-трекер записывал все данные в память и передавал их на сервер по прибытии транспортного средства на базу через проводной или беспроводной интерфейс. Такая схема позволяла контролировать маршрут автомобиля только постфактум.

Для организации связи между GPS-терминалами и сервером использовались SMS либо механизм CSD. На сервер устанавливались модули сотовой связи, позволяющие принимать SMS или звонки с данными.

В качестве транспортной сети используются GPRS или EV-DO. Сервер в таких системах устанавливается непосредственно у клиента и подключается к интернету и к локальной сети офиса.

Сервер размещается у компании-поставщика, его мощности делятся между многими клиентами. Системы мониторинга пятого поколения представляют собой глобальное развитие и централизацию систем предыдущего поколения в единый, распределенный центр мониторинга.

Данные от устройств собираются одним или несколькими коммуникационными серверами, собираются на один основной сервер базы данных и распределяются между подключенными промежуточными серверами, которые уже обеспечивают взаимодействие с пользователем (веб-мониторинг) или выполняют фоновые задачи.

## **РАЗВИТИЕ ПЕРЕВОЗОК СБОРНЫХ ГРУЗОВ В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ**

Студентка гр. 101041-17 Кашлей В.А

*Научный руководитель – канд.экон.наук, доц. Лапковская П.И.*

В современном мире встает очень много вопросов, которые необходимо решить логистике. Так, учитывая высокую тенденцию на сборные грузы и онлайн покупки остро встает вопрос об эффективном использовании грузового пространства в транспортном средстве и о сохранности груза.

Под сборными грузами, обычно понимают небольшие партии товаров, перевозка которых, используя полное пространство транспортного средства, не целесообразно. Чтобы перевозимый груз мог называться сборным необходимо, соблюдать сразу три условия:

1) груз должен перевозиться с остальным, не должен по весу превышать максимально допустимый вес, который может быть допущен для перевозки в выбранной транспортной системе.

2) груз обязан быть меньше по объему, чем максимально допустимый объем общего груза в конкретной грузовой единице.

3) груз, является согласие с тем, что груз будет перевозиться с другими грузами сторонних компаний в выбранном транспортном средстве.

Перевозка сборных груз весьма тяжелый и трудоемкий процесс, если рассматривать его с точки зрения транспортно-экспедиторской компании. Такой нелегкий процесс требует от компании тщательного контроля информации о грузе и постоянной сверкой этой информации с тем, что присутствует в действительности. Стоит также отметить, что в последнее время все чаще замечается специалистами прямая пропорциональность между перевозкой большого количества грузов и небольшого.

Одним из аспектов, влияющих на эффективность использования грузового пространства транспортного средства, является плотность упаковки груза. Иными словами, чем плотнее упакован транспортируемый товар, тем лучше можно рассчитать занимаемое пространство и, как следствие, лучше спланировать загрузку машины, контейнера и прочих средств транспортировки.

## **4PL НА РЫНКЕ ЛОГИСТИЧЕСКИХ УСЛУГ**

Студентка гр. 101042-17 Куиш А.А.

*Научный руководитель – канд.экон.наук, доц. Лапковская П.И.*

Интеграционные процессы в мировой экономике ведут к необходимости глобального управления цепями поставок и логистическими системами. Данные тенденции делают необходимым появление системных логистических интеграторов - 4PL-провайдеров - способных оптимально настроить и управлять логистическими процессами на уровне цепей поставок, способствуя тем самым оптимизации ресурсов цепи. В проводимых автором исследованиях была изучена концепция развития рынка 4PL услуг, которая нацелена на применение инновационных решений в Республике Беларусь для продвижения уровня логистического обслуживания по цепи совершенствования PL.

Некоторые представители сферы логистики придерживаются мнения, что концепция 4PL не функционирует в действительности, а является лишь творением фирм-консультантов. Этой точке зрения можно возразить тем, что только благодаря появлению и обоснованию концепции 4PL произошел важный сдвиг в развитии логистических услуг. Если до этого логистические операторы, как правило, занимали выжидательную позицию и начинали действовать лишь по запросу клиента, то теперь все больше логистических операторов проявляют себя с опережением, предлагая новые логистические услуги с направленностью в сторону Supply Chain Management.

Ни у кого не вызывает споров, что будущее логистического сервиса – за развитием IT-технологий. Причём, развитие подразумевает не просто технологическое усовершенствование существующих функций, а создание на базе IT-решений принципиально новых видов сервиса – автоматизация подбора маршрута (с вариантами по разным параметрам), трэкинг (онлайн отслеживание), клиентские блоки (для интегрированных заказчиков) и пр. В этом случае основные функции IT будут меняться от простого обеспечения работы единого информационного пространства компании к развитию ее сервисного уровня, что и станет генеральной функцией IT-секторов логистических компаний 4 и 5-го уровней.

**ВСЕМИРНАЯ ТОРГОВАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ И ЕЕ  
ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ**

Студенты гр. 101031-16 Мацкевич Н.И., Попелухина Ю.А.

*Научный руководитель – ст. препод. Сойко Р. А.*

Всемирная торговая организация (ВТО) – международная организация, играющая роль регулятора торговых отношений между представителями разных государств.

Основными функциями ВТО являются разработка правил торговли на мировом рынке, наблюдение за их исполнением странами-участницами ВТО. В настоящее время по правилам ВТО осуществляется примерно 95% всей мировой торговли.

Принципами ВТО заявлены: равные права, взаимность, прозрачность, создание действующих обязательств, защитные клапаны.

Направлениями деятельности ВТО являются:

- контроль над принятием решения и применения многосторонних торговых соглашений;
- выполнение роли форума для проведения многосторонних торговых переговоров;
- урегулирование торговых споров между странами-членами;
- наблюдение за торговой политикой стран-членов;
- сбор, изучение и предоставление информации по вопросам развития и использования механизмов международной торговли и торговой политики.

За прошедшие годы определились приоритетные направления деятельности ВТО. В области торговли товарами это:

- доступ на рынки (тарифные и нетарифные барьеры);
- реализация правил ВТО по таким специфическим товарам, как сельскохозяйственная продукция, текстиль и одежда;
- установка правил в отношении использования антидемпинговых пошлин, субсидий, защитных мер, технических барьеров в торговле, санитарных и фитосанитарных мер;
- импортное лицензирование и процедуры импортного лицензирования.

## **СЕРТИФИКАЦИЯ АВТОЗАПЧАСТЕЙ В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ**

Студент гр. 101031-16 Матвеева К.К.

*Научный руководитель – ст. препод. Сойко Р.А.*

Сертификация продукции — официальная процедура, которая позволяет создать безопасные условия для потребителей товаров, работ и услуг. Для этого производители в Республике Беларусь обязаны соблюдать правила изготовления материалов, деталей, запчастей, а уполномоченные органы должны способствовать проведению процедуры, контролю и другим работам.

Сертификация автозапчастей в РБ проводится в соответствии с техническим регламентом ТР ТС 018/2011. Он, как и другие подобные документы, обязателен для применения на территории Таможенного союза. Поэтому автозапчасти необходимо сертифицировать либо получить на них декларацию, выбор зависит от особенностей продукции. Целью этих процедур является подтверждение качества автозапчастей, а также их безопасности в эксплуатации.

Автозапчасти для транспортных средств, которые подлежат сертификации:

- ввезенные в ТС на срок до 6 месяцев без права отчуждения;
- с максимальной скоростью до 25 км/час;
- предназначенные и участвующие только в спортивных мероприятиях;
- ввезенные для участников некоторых национальных программ и только как личное имущество.

Для «Стандарта качества» практически нет границ в сфере сертификации. Благодаря профессиональному подходу можно проводить сертификацию автозапчастей в РБ в максимально короткие сроки и без лишних затрат для заказчика.

УДК 658.787.6

## **ПРЕИМУЩЕСТВА ИСПОЛЬЗОВАНИЯ БЕСПИЛОТНЫХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ ДЛЯ ИНВЕНТАРИЗАЦИИ СКЛАДСКИХ ЗАПАСОВ**

Студентка гр. 101042-16 Доманевская Д.В.

*Научный руководитель – ст. препод. Стефанович Н.В.*

Материальные запасы на складах и торговых точках подлежат регулярной проверке, или инвентаризации. Инвентаризация позволяет выявить свободные места для хранения на складе и распознать повреждённые упаковки.

Для оптимизации процесса инвентаризации в последние годы крупные склады и логистические центры стали применять беспилотные летательные аппараты.

Услуга полного цикла инвентаризации посредством дронов выглядит следующим образом. Сначала проводятся предварительные работы по согласованию топологии склада, целевых штрих-кодов, формату выгрузки данных и интеграции с системами заказчика. В зависимости от объема склада, планируется необходимое количество дронов для выполнения инвентаризации за определённый срок. Далее проводится физический процесс пересчета палет и формирование таблицы. В конце происходит интеграция данных с WMS/ERP системой.

Стандартный процесс инвентаризации одной паллеты состоит из следующих действий: снятие паллеты, сканирование, возврат паллеты на место и перемещение к следующей ячейке. Временные затраты оцениваются приблизительно в 3 минуты.

Процесс инвентаризации паллеты с использованием дрона выглядит так: поднятие беспилотного устройства на высоту, сканирование, перемещение к следующей ячейке. Временные затраты при этом уменьшаются в 5-6 раз.

Применение беспилотных летательных аппаратов повышает эффективность работы склада, способствует росту рентабельности складских услуг и снижению ошибок, обусловленных человеческим фактором.



УДК 656.073.52

**СИСТЕМЫ МОНИТОРИНГА ТРАНСПОРТА,  
ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ**

Студент гр. 101041-17 Лукашик И.С.

*Научный руководитель – к.т.н., доц. Пильгун Т.В.*

Тщательно проработанные системы мониторинга автотранспортных средств получили широкое распространение. Внедренная на предприятии система мониторинга автотранспортных средств решает целый комплекс задач. Возможности системы помогают обезопасить грузоперевозки, в значительной степени снизить транспортные расходы, сделать услуги по перевозке более качественными.

В Республике Беларусь на данный момент существует достаточное количество организаций, оказывающих услуги слежения и мониторинга транспорта: УП «БелТрансСпутник», ЧТУП «Руптела», группа компаний «Омникомм», ООО «АНТЕЛИС Электроникс».

Наиболее распространенными системами мониторинга транспорта являются: система «Диспетчер», разработанная УП «БелТрансСпутник»; система «TrustTrack» от ЧТУП «Руптела». Многие транспортные компании используют системы, разработанные компанией «Омникомм» - Omnicomm FAS и Omnicomm Online.

В настоящее время во всем мире действует около 170 видов систем слежения. Широкое использование систем мониторинга транспорта обусловлено тем, что внедрение систем слежения позволяют снизить стоимость перевозок, упростить управление транспортом, снизить издержки на содержание и использование автопарка на 20%, а также позволяет получать достоверную информацию и подробный анализ по всем логистическим операциям.

## **ОРГАНИЗАЦИЯ ТРАНСПОРТНО-ЭКСПЕДИЦИОННОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ НА ПРЕДПРИЯТИИ**

Студент гр. 101041-16 Микитенко В.В.

*Научный руководитель – ст. препод. Стефанович Н.В.*

Транспортно-экспедиционное обслуживание предусматривает оказание комплекса услуг, осуществляемых при перевозке грузов от пункта отправки к пункту назначения. Сюда же относят и работы, которые могут выполняться до и после транспортировки грузов.

Как правило, это:

- подготовительные работы, включающие упаковку и сортировку отправок, их взвешивание, а также их временное ответственное хранение
- анализ транспортных средств и выбор оптимального варианта транспорта, разработка схемы расположения груза, выбор способов крепления
- погрузочные работы
- приемка груза в месте отправки, оформление всей необходимой документации
- непосредственно транспортирование багажа, включая его сопровождение экспедитором
- разгрузочные работы в точке грузополучателя
- оформление и прием багажа
- расчеты за перевозку

Организация транспортно-экспедиционного обслуживания также может включать таможенное оформление багажа и визовое обслуживание, если речь идет о международных перевозках. В круг обязанностей экспедиторов входят и такие услуги, как предоставление информации о местонахождении отправок, выдача отчетности и других документов, страхование грузов и другие. Для осуществления транспортно-экспедиционного обслуживания используется автомобильный, железнодорожный, водный, авиатранспорт.

В проводимых исследованиях рассмотрена организация транспортно-экспедиционного обеспечения на предприятии «AsstrA». Результаты работы показали, что транспортно-экспедиционное обеспечение на предприятии работает эффективно.

**МОДЕЛЬ ОПТИМАЛЬНОЙ ПАРТИИ ЗАКАЗА**

Студентка гр. 101042-18 Барцевич Е.А.

*Научный руководитель – ст. препод. Якубовская Т.Л.*

Запасы материальных ресурсов играют важную роль как в национальной экономике, так и в деятельности отдельных компаний. Следует отметить недостаточную эффективность управления запасами на отечественных предприятиях, по сравнению с предприятиями в промышленно развитых странах. Анализ макрологистических показателей Республики Беларусь и промышленно развитых стран показал, во-первых, что затраты на логистику в Беларуси в 3-4 раза превышают затраты в Европе и США, а запасоемкость ВВП Беларуси также как минимум в 2 раза выше по сравнению с запасоемкостью ВВП других странах. Поскольку при этом по различным оценкам затраты на управление запасами в РБ составляют от 32 до 62 % в структуре логистических издержек, следует, что задача оптимизации затрат на управление запасами является особенно актуальной для отечественных компаний.

Среди моделей и методов управления запасами лидирующее положение занимает аналитическая модель расчета оптимального размера заказа EOQ (Economic Order Quantity), основанная на концепции минимизации общих логистических затрат. Для преодоления многочисленных допущений, принятых в классической модели, с момента ее создания было разработано значительно количество ее модификаций. Однако, как показал анализ, их количество и разнообразие на настоящий момент не является исчерпывающим, что требует их дальнейшего совершенствования.

Таким образом, разработка новых модифицированных моделей расчета оптимального размера заказа является актуальной задачей управления запасами, направленной на минимизацию логистических затрат и повышение эффективности функционирования цепей поставок.

## **СТАТИСТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ В ЛОГИСТИКЕ ЗАПАСОВ**

Студент гр. 101042-18 Гончарова А.В.

*Научный руководитель – ст. препода. Якубовская Т.Л.*

Прогнозирование будущего потребления запаса основывается на двух принципиально различных подходах: количественном и качественном.

Количественный подход к оценке будущей потребности в запасе строится либо на основе временных рядов накопленной за прошлые периоды времени статистики потребления, либо на основе статистических данных изменения фактической величины спроса. Основное преимущество этого подхода – получение количественных данных на будущее. К недостаткам можно отнести необходимость учета прошлых данных.

Качественный подход к прогнозированию потребности опирается на экспертные оценки специалистов. Подходит для комплексных, плохо структурируемых проблем. Преимуществами этого подхода являются то, что нет необходимости в числовом выражении исходных данных, ограниченная объективность и надежность

Комбинация количественного и качественного подходов к прогнозированию потребности в запасе позволяет говорить о комбинированном подходе к прогнозированию спроса.

Считается, что статистические методы определения параметров запасов обладают следующими преимуществами: по сравнению с другими методами не требуются определения затрат на выполнение различных логистических операций, связанных с управлением запасами; достоверность и относительная простота расчетов.

К числу основных недостатков статистического метода можно отнести следующие: обязательное наличие данных за довольно длительный период времени; неоднозначность результатов, получаемых при обработке смешанных процессов.

**УПРАВЛЕНИЕ ЗАПАСАМИ В СИСТЕМЕ «КАНБАН»**

Студент гр. 101042-18 Дунецкая Д.О.

*Научный руководитель – ст. препод. Якубовская Т.Л.*

Анализ опыта фирм Западной Европы, внедривших систему «КАНБАН», показал, что она дает возможность уменьшить запасы производственные на 50%, запасы товарные - на 8 % при значительном ускорении оборачиваемости оборотных средств и повышении качества продукции.

В большинстве стран стремятся к минимальному уровню товарно-материальных запасов. Первооткрывателем логистической системы «КАНБАН» была Япония.

Для обеспечения производства по системе «КАНБАН» при поставках продукции для снижения уровней запасов на складах, находящихся на указанных производствах, рекомендуется использование стратегии управления запасами «Min-Max». Функционирование данной системы заключается в определении максимально желательного уровня запаса по каждой товарной позиции. При снижении запасов до определенных пороговых значений осуществляется заказ и пополнение продукции до максимально желательного уровня. При этом на складе должен содержаться страховой запас, обеспечивающий бесперебойное снабжение производства в случае задержки плановой поставки. Страховой запас предназначен для сохранения логистических и финансовых рисков, связанных с непредвиденными обстоятельствами.

Для определения уровня страхового запаса при прогнозируемом спросе на выпускаемую продукцию используется методика, учитывающая колебания потребности производства на отдельные позиции поставляемой продукции и уровень обслуживания поставщиком продукции, включающий в себя вероятность нахождения нужного материала на складе в нужный момент времени и в нужном количестве.

УДК 658.5.012.2

## **СОВРЕМЕННОЕ ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ ЗАПАСАМИ**

Студент гр. 101041-18 Игнаткович А.А.

*Научный руководитель – ст. препод. Якубовская Т.Л.*

Система управления запасами – это комплекс мероприятий по созданию и пополнению запасов, организации непрерывного контроля и оперативного планирования поставок.

Программа управления запасами отслеживает, контролирует и упорядочивает уровни запасов, заказы, продажи и поставки. Задача программного обеспечения (далее ПО) для управления запасами — поддерживать их оптимальный уровень, отслеживать товары во время транспортировки между расположениями, управлять складскими процессами (например, сбором, упаковкой и отгрузкой), предотвращать устаревание и порчу продукции, а также гарантировать актуальность запасов. При подборе программного обеспечения необходимо учесть вопросы оптимизации взаимодействия работников склада (торгового зала) и работников бухгалтерии, так как общепризнано и нежелательно для предприятия наличие дублирующего учета на складе и в бухгалтерии. Выбор ПО также зависит от выбранного хозяйствующим субъектом способа учета товаров.

В данной работе рассмотрены критерии выбора программного обеспечения (функциональные возможности, основные стоимостные и временные характеристики проектов по внедрению этих систем, качество сопровождения и поддержки поставщиком внедренного ПО) и проведен анализ таких программных продуктов как WA-SCM, Zoho, FishBowl, Stitch Labs, Forecast NOW! и QuickBooks и других. Исследование результатов внедрения WA-SCM показало возможное увеличение уровня продаж от 30% до 100%; рост прибыли до 300%; сокращение запасов на складах и в точках продаж до 50% и более.

## **ПРЕИМУЩЕСТВА ЛОГИСТИЧЕСКОЙ ТЕХНОЛОГИИ VMI В УПРАВЛЕНИИ ЗАПАСАМИ**

Студенты гр. 101041-18 Капский П.Д., Дончик А.С.

*Научный руководитель – ст. препод. Якубовская Т.Л.*

Vendor Managed Inventory (VMI) – альтернативный подход к управлению запасами у потребителя, в котором вместо оформления заказов потребитель обменивается с поставщиком информацией касательно как фактического спроса и продаж продукции (запасов, имеющихся у поставщика), так и дополнительной маркетинговой деятельности (к примеру, продвижение товара на рынок); и поставщик, на основе данной информации, берет на себя ответственность за пополнение и поддержания необходимых запасов потребителя. Первый раз данная технология была опробована в 1992 году одним из крупнейших производителей спиртных напитков Whitbread Beer Company. С помощью технологии VMI, Уитбредская компания снизила запас продукции с восьми до четырех дней, а уровень сервиса возрос с 98,6 до 99,3%. Данной технологией уже пользуются такие гиганты бизнеса как: Wal-Mart, Procter & Gamble, Gillette, Mediamarkt и многие другие. На российском рынке VMI внедрили у себя такие компании как Coca-Cola, Metro, Real, «Вимм-Билль-Данн»

Ключевые элементы технологии VMI: местоположение запасов (запасы находятся как у поставщика, так и у клиента); прозрачность информации (поставщик обладает системой мониторинга запасов и обладает актуальной информацией касательно них); система пополнения запасов (согласование наименований товаров к поставке, их количества и прочей сопутствующей информации [периодичность доставки, процедура возврата невостребованных товаров и тому подобное]); условия взаиморасчетов (согласование момента передачи права собственности на товар, соглашение о гарантиях и прочее).

**ПРАКТИКА ПРИМЕНЕНИЯ ЛОГИСТИЧЕСКОЙ  
ТЕХНОЛОГИИ VMI В УПРАВЛЕНИИ ЗАПАСАМИ**

Студент гр. 101041-18 Козел Е.В.

*Научный руководитель – ст. препод. Якубовская Т.Л.*

Технология VMI – это практика управления поставками, при которой товарно-материальные запасы контролируются, планируются и управляются поставщиком на основании ожидаемого объёма спроса и заранее оговорённых минимальных и максимальных уровнях материальных запасов.

Классической историей успеха внедрения VMI является опыт таких международных игроков, как Procter&Gamble и Wal-Mart. В 1985 году стратегический альянс данных компаний существенно повысил процент своевременных доставок P&G, а также продажи Wal-Mart. При этом у обеих компаний вырос показатель оборачиваемости запасов. Kmart последовал примеру этих компаний, и к 1992 году организовал VMI с более чем 200 своими поставщиками. Кроме розничной торговли, VMI внедряется также лидирующими компаниями химической промышленности (Shell Chemical, Campbell Soap, Johnson&Johnson) с целью повышения эффективности цепей поставок и укрепления взаимоотношений с потребителями и поставщиками. Участники рынка высоких технологий, такие как Dell, HP и ST Microelectronics с помощью VMI технологии сокращают уровень товарных запасов и, следовательно, общие логистические издержки.

Выгода потребителя в том, что уровень запасов и риск дефицита снижаются. Кроме того, зачастую покупатель не оплачивает стоимость товара до тех пор, пока он не продан или использован. Преимущество для поставщика в том, что благодаря доступу к информации о спросе, он может планировать график производства и распределения, при этом повышая объем эффективного использования материальных ресурсов – и в то же время сокращая уровень страховых запасов.



## **ПУТИ ПРЕДОТВРАЩЕНИЯ ОБРАЗОВАНИЯ НЕЛИКВИДОВ НА СКЛАДАХ КОМПАНИИ**

Студент группы 101041-18 Кухарчик А.С.

*Научный руководитель. – ст. преподаватель Якубовская Т.Л.*

Для осуществления непрерывного производственного процесса при резком увеличении спроса, компании создают запасы сырья и готовой продукции. Эффективное управление запасами позволяет компании удовлетворять или превышать ожидания потребителей, создавая такие запасы каждого товара, которые максимизируют чистую прибыль. От эффективности управления товарными запасами напрямую зависят результаты

Неликвид — это запас нормального товара в ненормальных количествах, реализация которого обычными методами в стандартные сроки с приемлемой нормой доходности маловероятна.

К числу неликвидов промышленных предприятий относят остатки товаров, которые изготавливались под заказ клиента.

Для предотвращения неликвидов необходим постоянный и полный учет всех товарных позиций. Должен быть эффективный обмен информацией между подразделениями компании, согласно регламентам и отчетности. Следует проводить анализ эффективности использования складских мощностей, а также максимально автоматизировать обработку информации, применяя средства контроля и учета товара, максимально снижающие ошибки человека.

Система АВМ Cloud позволяет устранить существующие неликвиды и не допускать их появления, а также вовремя увидеть риск дефицита. В алгоритм системы заложена методология Теории ограничений — управление запасами по фактическому потреблению. Все процессы работы с неликвидными товарами основываются на точных цифрах и аналитических данных.

## **АВТОМАТИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ СКЛАДИРОВАНИЯ**

Студент гр. 101041-18 Маринич Е.Г.

*Научный руководитель – ст. препод. Якубовская Т.Л.*

Неотъемлемым признаком современного склада является автоматизированная система управления складскими операциями и ведения учета движения товароматериальных ценностей. Наличие такой системы позволяет увеличить эффективное использование складских площадей до 20%, увеличить производительность труда на 20–30%, снизить ошибки, связанные с влиянием «человеческого фактора» на 80-95%, а также сократить затраты на эксплуатацию и содержание склада от 20% до 40%.

Лидерами по автоматизации складских процессов считаются скандинавские страны, США и Великобритания, где труд человека стоит очень дорого. В Беларуси, России и других постсоветских странах эти технологии пока слабо распространены. В первую очередь, по причине относительной дешевизны рабочей силы. Весомым фактором также является стоимость введения автоматизированных систем. Специалисты отмечают, что автоматизированные склады будут становиться более востребованными с удорожанием рабочей силы и ростом конкуренции на рынке логистических услуг.

Несмотря на это, в нашей стране уже есть примеры хорошо автоматизированных складов. Все логистические центры Беларуси используют автоматизированные склады, а также многие предприятия, например, ОАО «Минский завод колёсных тягачей» или ОАО «Минск кристалл» и т.д.

С построением автоматизированного склада предприятие ОАО «Минск кристалл» оптимизировало использование своих ресурсов, улучшило качество обслуживания своих клиентов, понизило эксплуатационные расходы и оптимизировало управленческий учет и документооборот.

## **ВИДЫ МАРКИРОВКИ ПРОДУКЦИИ И ЕЁ ФУНКЦИИ**

Студентка гр. 101041-18 Паутина М. А.

*Научный руководитель – ст. препод. Якубовская Т.Л.*

Маркировка – текст, условные обозначения или рисунок, нанесённые на упаковку и/или товар, а также другие вспомогательные средства, предназначенные для идентификации товара или отдельных его свойств, доведения до потребителя информации об изготовителях, количественных и качественных характеристик товара. Грамотно составленная маркировка товаров напрямую влияет на достижение наибольшей эффективности в работе с товаром (ускоряют процесс до 95%). Маркировка должна соответствовать требованиям стандартов и других нормативных документов.

Основные функции маркировки: информационная (доведение до заинтересованных субъектов всех необходимых сведений о товаре); идентифицирующая (доведение до потребителей, продавцов, экспертов и контролирующих органов информации, позволяющей идентифицировать товары, то есть установить их соответствие действующим законам, ГОСТам, договорам); мотивационная и эмоциональная (воздействие маркировки товара на психоэмоциональное состояние потребителей для удовлетворения эстетических потребностей, а также мотивации покупки).

Главной проблемой в данной области являются дополнительные расходы: на покупку оборудования и программного обеспечения, обучение персонала. В среднем продукция подорожает на 15-20%. Однако, маркировка товаров обеспечивает наилучший оборот продукции и помогает уменьшить затраты, связанные с оформлением заказов и регистрацией документов. Также маркировка поможет справиться с наличием контрафактной продукции на рынке.

## **ОРГАНИЗАЦИЯ ЭФФЕКТИВНОЙ ПРИЕМКИ НА СКЛАДЕ**

Студент гр. 101042-18 Послед М.О.

*Научный руководитель – ст. препод. Якубовская Т.Л.*

Процедура приемки продукции на складе является одним из ключевых элементов складского технологического процесса. От того, насколько эффективна она будет произведена, зависит качество выполнения других операций.

По результатам анализа Координационного совета по складской логистике процедуры приемки продукции среди 23 компаний на 60% исследуемых складов допускались ошибки в приемке продукции по количеству (весу), на 25% складов допускались ошибки, приводившие к 5% недостаче. У 60% складов осуществлялась приемка бракованной продукции.

Для ликвидации данной ситуации разработан универсальный алгоритм осуществления эффективной процедуры приемки продукции.

1. Проверка сопроводительной документации.
2. Проверка внешнего вида транспортного средства, пломб, соблюдения режима хранения и транспортировки.
3. Проверка количества поступившего товара.
4. Приемка продукции по качеству и компактности.
5. Скрытые недостатки продукции.

Автоматизация и механизация склада позволяют избежать значительной части ошибок, а также уменьшить время приемки. Так, при внедрении WMS-системы в базу заносятся все физические характеристики склада, погрузочной техники, параметры всего оборудования; поступающие грузы помечаются штрихкодами. Система сразу же учитывает все требования к условиям хранения, разрабатывает маршруты перемещения по складу с последующей отгрузкой. Практика применения WMS-систем показала, что при разгрузке 20 т 200 различных наименований время приемки составит 971 мин, а после внедрения WNS системы – 491 мин.

**ПРИМЕНЕНИЕ ШТРИХОВОГО КОДИРОВАНИЯ  
В ОРГАНИЗАЦИИ РАБОТЫ СКЛАДА**

Студентка гр. 101042-18 Романовская Д.Л.

*Научный руководитель – ст. препод. Якубовская Т.Л.*

Через каждое звено логистической цепи проходит большое количество единиц товаров. Для эффективного обмена и управления информацией о товародвижении на складе в настоящее время актуально применение системы штрихового кодирования. На складах внедрение штрихового кодирования позволяет увеличить грузооборот до 20%, а также снизить ошибки от ручного ввода данных на 45%.

На складе во время приемки товаров производится сканирование штрихового кода при помощи специального устройства. Количество товаров запоминается переносным устройством сбора данных. Затем эта информация перегружается в складскую ЭВМ, где сверяется с данными о партии, поступившими по сети.

В последние годы штриховое кодирование стало наиболее перспективным направлением автоматизации работы склада. Основные преимущества: повышение уровня обслуживания, максимальное снижение бумажного документооборота, исключение ошибок, возможность получения данных в реальном времени, выявление нехватки в товарных запасах, ошибок при отгрузке товара.

При принятии решения о внедрении новой технологии необходимо учитывать не только текущую «технологическую моду» в IT-отрасли, но и соотношение между затратами на внедрение системы штрихкодирования и прибылью от него в ближней и дальней перспективах. Результаты внедрения такой системы российской компанией АО «Фармпродукт» показали увеличение чистой прибыли на 524,5 тыс. руб., что значительно превышает затраты на внедрение системы; это доказывает выгодность применения штрихового кодирования для организации работы на складе компании.

## **СИСТЕМА СКЛАДИРОВАНИЯ НА СКЛАДАХ AMAZON**

Студентка гр. 101042-18 Рудковская Е.М.

*Научный руководитель – ст. препод. Якубовская Т.Л.*

Американская компания «Amazon» лучше, чем кто-либо на сегодняшний день, реализует процесс автоматизации складских комплексов. «Amazon» использует хаотичную систему хранения. Это органичная система расположения товара на полках без постоянных секций. На каждом месте на полке есть штрих-код. Каждому товару присуждают код, который совпадает со штрих-кодом на полке, где он будет храниться. Таким образом, свободные места быстро заполняются и с помощью сканера и рабочей силы производится поиск товаров.

Компания является первопроходцем в использовании роботов-сотрудников на складах. В 2014 году в компании «Amazon» начали внедрение роботов при работе складских комплексов. Сейчас у «Amazon» имеется штат в более чем 100 тыс. роботов по всему миру. Благодаря им удалось сократить время на поиск, упаковку и транспортировку товара получателю.

Складские комплексы компании Amazon оснащены современными системами управления складом Warehouse management systems (WMS), системами контроля склада Warehouse Control Systems (WCS) и системами автоматизации зданий Building Automation Systems (BAS). Руководство компании придерживается позиции, что автоматизация и роботизация не только повышают производительность, но и в некоторых случаях стимулируют потребительский спрос.

Сравнивая подход к организации системы складирования в компании Amazon и белорусских компаний, следует отметить, что на предприятиях Беларуси почти все воспринимают склад только лишь как место хранения, и почти никто – как производство. А между тем склад – это именно производственный участок, где осуществляется комплектация, то есть первый и очень важный этап работы по выпуску конечного продукта.

## **ПРИМЕНЕНИЕ КРОСС-ДОКИНГА ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ СКЛАДА**

Студент гр. 101041-18 Сахарова Е.В.

*Научный руководитель – ст.препод. Якубовская Т.Л*

Кросс-докинг (англ. cross «напрямую; пересекать» + docking «стыковка; причаливание»), сквозное складирование — процесс приёмки и отгрузки грузов через склад напрямую, без размещения в зоне долговременного хранения. Практика применения показывает, что эта технология позволяет снизить складские расходы и уменьшить затраты на оплату труда на 20-30%.

Кросс-докинг может осуществляться как непосредственно логистической службой организации, так и передаваться на аутсорсинг. Также, когда собственный терминал для кросс-докинга или подходящая для данной операции площадка передается клиентом в оперативное управление. В этом случае операции осуществляет оператор, но на площадях клиента.

Кросс-докинг происходит в один или два этапа:

- одноэтапный кросс-докинг – груз проходит через склад в качестве неизменного отдельного заказа;
- двухэтапный кросс-докинг – груз подвергается перегруппировке при перемещении из складской зоны приёмки в зону отгрузки.

Типичная область применения технологии «кросс-докинг» - логистическая схема «Звезда». В этом случае грузы доставляются из различных точек в одно место, а затем сортируются для доставки по определенным направлениям. Преимуществом логистической модели «Звезда» является уменьшение путей транспортировки товаров. Недостаток – излишняя централизация, а также отсутствие достаточной гибкости в ежедневных операциях

Кросс-докинг это прогрессивный, эффективный и логически правильный способ организовать процесс товародвижения. Но не стоит забывать о тех факторах, которые необходимо учитывать при построении системы. В противном случае, кросс-докинг может повлечь нарушения условий и сроков транспортировки, скопление большого количества «срочного» товара у вас на складе, убытки и невыполнение обязательств перед клиентами.

## ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ СКЛАДСКОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ

Студентка гр. 101042-18 Слинчук Я.Ю.

*Научный руководитель – ст. препод. Якубовская Т.Л.*

В Республике Беларусь прослеживается тенденция увеличения качественных складских помещений на 10% ежегодно. Наибольшая концентрация современных складских комплексов и наибольшие размеры качественных складских площадей классов «А» и «В» наблюдаются в Минском (78%) и Брестском (12%) регионах (табл. 1). Несмотря на наблюдаемый ежегодный прирост современных складских площадей в Республике Беларусь, показатель обеспеченности качественными складскими площадями на 1000 жителей в Латвии в 7 раз, в Литве – в 5 раз, в Польше – в 4 раза выше, чем в Республике Беларусь.

Для обеспечения эффективной организации товародвижения в Республике Беларусь следует рассматривать следующие направления развития складской инфраструктуры: увеличение складских площадей классов «А» и «В»; модернизация имеющихся складских площадей до уровня технической оснащенности, соответствующей классу «В»; развитие логистического аутсорсинга, способствующего росту современных объектов складской инфраструктуры, предоставляющих полный комплекс логистических услуг.

Таблица 1.4 – Результаты анализа складской инфраструктуры  
в Минском и Брестском регионах

<b>Регион</b>	Специализация складских объектов относительно оказываемых услуг	Мультимодальность объекта, %
г. Минск и Минская обл.	складская логистика транспортная логистика	19
Брестская обл.	обслуживание собственных грузопотоков транспортная логистика складская логистика таможенная логистика	25



УДК 656.064

## **АВТОМАТИЗАЦИЯ РАСЧЕТА ПАРАМЕТРОВ МОДЕЛЕЙ УПРАВЛЕНИЯ ЗАПАСАМИ В VISUAL BASIC**

Студентка гр. 101042-18 Устинович К.А.

*Научный руководитель – ст. препода. Якубовская Т.Л.*

Актуальность выбранной темы исследования обуславливается тем, что эффективность работы предприятия есть результат корректной синхронизации процесса сбыта и поставок в условиях неопределенности спроса.

Расчеты планирования пополнения запасов в ручном режиме являются неэффективными, так как это трудозатратный процесс работы сотрудников предприятия.

В рамках данного исследования разработано программное приложение в среде Visual Basic, автоматизирующее расчеты параметров модели управления запасами. В качестве исходных данных поступают: ежемесячное потребление, время выполнения заказа, объем потребления, затраты на выполнение одного заказа, затраты на содержание единицы запаса, время задержки поставки.

Эта информация обрабатывается в соответствии с одной из четырех выбранной модели (модель с фиксированным размером заказа, модель с фиксированным интервалом времени между заказами, модель с установленной периодичностью пополнения запасов до установленного уровня, модель «максимум-минимум») и помещается в Лист Excel.

Результатом работы являются рассчитанные параметры выбранной модели и их визуализация в виде графиков.

Разработанное программное приложение существенно облегчает процесс планирования пополнения запасов специалистами предприятий в виду простоты интерфейса. При этом рутинная работа выполняется в автоматическом режиме увеличивая эффективность использования рабочего времени.

## **СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ СОРТИРОВКИ НА СКЛАДЕ**

Студент гр. 101041-18 Чернявский П.А.

*Научный руководитель – ст. препод. Якубовская Т.Л.*

Сортировка является одним из методов обработки груза. Она предполагает группировку продукции по нескольким принципам, которая проводится в установленном для этого месте. Когда объёмы достигают сотен наименований, более целесообразно будет использовать технологию автоматизации сортировки. Сортировщики пользуются популярностью во многих современных складских комплексах. В условиях подъёма электронной коммерции это особенно важно.

Современные технологии позволяют сделать склад полностью автоматизированным: процесс разгрузки, сортировки и хранения, процесс комплектации – все это может быть осуществлено при помощи искусственного интеллекта.

Такие технологии широко применяются в Китае, так как с необходимым объёмом сортировки может справиться только искусственный интеллект.

Чаще всего такие системы представляют собой масштабную сеть напольных конвейеров и сканеров для штрих-кода. Робот анализирует штрих-код и определяет куда необходимо отсортировать данный товар, а система напольных конвейеров перемещает его по складскому помещению до заданного места.

Склады компании Amazon являются одними из самых современных на сегодняшний день. Благодаря автоматически движущимся стеллажам и роботам, перемещающим более мелкий товар по складу, склад показывает довольно высокие показатели производительности.

Явным лидером на рынке такого рода робототехники является Япония, за ней расположились КНР и Германия.

## **ПРЕИМУЩЕСТВА ЭФФЕКТИВНОЙ ОРГАНИЗАЦИИ ОБРАТНОЙ ЛОГИСТИКИ**

Студент гр. 101041-18 Чимбур Ю.В.

*Научный руководитель – ст. препода. Якубовская Т.Л.*

Обратная логистика (с англ. «reverse logistics») – это процесс перемещения товаров из точки их конечного потребления в точку происхождения с целью уценки или правильной утилизации. Управление возвратами включает в себя все виды деятельности, связанные с движением товара обратно на склад поставщика или продавца, логистикой, контролем, и аннулированием возврата. Действия по переработке и восстановлению также могут быть включены в понятие возвратной логистики.

Потребители становятся все более образованными в области потребительских прав, а это приводит к тому, что огромное количество предприятий, сталкиваются с проблемами возвратов покупателей. В некоторых ситуациях происходит процесс возврата продукции обратно на склад, чего в идеале, конечно же, не должно быть, и для компаний организация такого процесса является довольно большой проблемой. Кроме того, наблюдается значительный рост прямых продаж через интернет, что в перспективе может повысить процент возвратов до 40% для некоторых каталогов и розничных интернет-продавцов.

Основные преимущества обратной логистики:

- затраты на обратную логистику способствуют снижению операционных издержек в производстве;
- обратная логистика также позволяет снизить издержки на хранение и обслуживание складских запасов;
- обратная логистика выступает в качестве эффективной рекламы (зарабатывается репутация);
- при возврате продукции можно получить “фидбэк”, т.е. узнать причины или проблемы, по которым был возвращен товар.

Обратную логистику воспринимают как “нежеланного ребенка” цепи поставок, оценивают, как управленческую уступку или же слишком “добрую” инициативу в ущерб собственным интересам, но все же грамотная система обратной логистики способствует повышению совокупной прибыли за счет использования продукта “по второму кругу”.

УДК 658.7.011.1

## **МОДЕЛЬ УПРАВЛЕНИЯ ЛОГИСТИЧЕСКИМ ПРОЦЕССОМ НА СКЛАДЕ**

Студентка гр. 101042-17 Курлович Д.В.

*Научный руководитель –ст. препод. Якубовская Т.Л.*

В настоящее время организация процесса оптимального и результативного управления производственными запасами и складированием имеет огромное значение для предприятия. Комплексная оптимизация процесса складирования (снижение арендной платы, увеличение плотности хранения, снижение затрат на персонал, разделение складских запасов на оперативные и резервные, снижение потерь хранения товаров и другие) приводит к снижению затрат минимум на 10–15% [1]. Логистический процесс на складе охватывает оперативное управление грузопереработкой и логистическую координацию.

Быстрая адаптация функционирования склада к изменениям спроса потребителей является основным требованием при выборе методологии моделирования системы управления. Поэтому для построения системы управления складом целесообразно использовать методологию SADT (Structured Analysis and Technique). SADT – иерархически организованная совокупность диаграмм, состоящих из блоков. Модель дает полное, точное и адекватное описание системы, имеющей конкретное назначение. Модели, сосредоточенные на функциях системы с позиции SADT, принято называть функциональными моделями, а на объектах, — моделями данных. Модели данных и функциональные модели представляют собой подробное описание объектов системы, связанных системными функциями. В функциональной модели управления логистическим процессом представлены функции планирования, организации, контроля и регулирования.

**СЕКЦИЯ «ИНЖЕНЕРНАЯ ГРАФИКА  
МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОГО ПРОФИЛЯ»**

## **ДОПОЛНЕННАЯ РЕАЛЬНОСТЬ И ВЕБИНАР КАК ЭФФЕКТИВНЫЕ ФОРМЫ ОБУЧЕНИЯ ИНЖЕНЕРНОЙ ГРАФИКЕ**

Студентка гр.108031-19 Ярмолинская С.К.

*Научный руководитель – ст. препод. Грицко Н. М.*

Инженер должен уметь создавать мысленный образ объекта и представлять перспективы его использования. Эти навыки важны в проектировании. Поэтому развитие пространственного мышления и умения графически представить сложные объекты и их успешное применение является ключевым для студента – будущего инженера.

Традиционно в аудитории, где время лекции ограничено, преподавателям трудно проиллюстрировать взаимосвязь между 3D-объектом и 2D-проекцией. В большинстве случаев нет возможности обратиться к реальному макету детали. Решить эту проблему можно используя дополненную реальность. Дополненная реальность (AR) – это интегрирование виртуальных объектов в реальную среду. Для обучения с AR требуется один стандартный персональный компьютер и веб-камера либо смартфон. На листе бумаги или в книге печатается специальный маркер, который распознает камера, далее с помощью ПО на экране происходит интеграция виртуальной 3D-модели с реальным миром. Визуализация 3D-задач делает их менее абстрактными и более понятными. Например, у студентов появляется возможность проверить, совпадает ли их эскиз, построенный от руки, с 3D-моделью. Последние проведенные исследования доказали, что обучение с AR улучшает пространственное мышление. Повысить скорость и качество усвоения теоретического материала можно при помощи вебинаров. Их можно эффективно использовать как дополнительный источник знаний и ресурс для закрепления полученной информации. Вебинар — это обучающее групповое занятие, проводимое с помощью Интернета. Студент, находясь дома, сможет необходимое количество раз обратиться к наглядному и детальному объяснению задания, темы. В сочетании с дополненной реальностью это способствует лучшему пониманию пространственных задач по предметам "Начертательная геометрия" и "Инженерная графика".

**ВЫБОР РАЦИОНАЛЬНОГО ВИДА  
АКСОНОМЕТРИЧЕСКОГО ПРОЕКЦИРОВАНИЯ**

Студент гр. №101051-19 Подоляничик К.А.

*Научный руководитель – канд. техн. наук, доц. Зелёный П.В.*

Стандарт (ГОСТ 2.317-2011) из всего теоретического многообразия аксонометрических проекций регламентирует только 5 их видов для рационального практического применения.

Прежде всего, следует отметить, что прямоугольная изометрия не рекомендуется для изображения объектов с квадратным планом или близким к квадрату, так как в этом случае получаются невыгодные ракурсы предмета, грани которого изобразительно совпадают и зрительно накладываются друг на друга.

Прямоугольная диметрическая проекция, как правило, обладает хорошей наглядностью, зрительно мало искажает предмет. Рекомендуется для изображения длинных по глубине деталей.

Косоугольная диметрическая проекция позволяет изображать предмет в широком диапазоне его пространственных ракурсов, мало искажает истинный вид объекта, рекомендуется для широкого использования.

Косоугольные изометрии позволяют сравнительно легко воспринимать конструктивную, пластическую и пространственную структуры объекта, причем методы графического построения аксонометрии в сопоставлении с перспективным чертежом просты и менее трудоемки.

Фронтальную изометрию лучше использовать для деталей с большим количеством цилиндрических поверхностей. Горизонтальная изометрия рекомендуется для аналогичных деталей, но располагаемых вертикально.

Аксонометрические чертежи настолько наглядны, что зрительно без труда воспринимаются, помогая в учебном процессе овладению студентами ортогональных проекций на первых шагах обучения.

*Литература*

1. Волжанова, О.А. Аксонометрические проекции: учеб.-метод. пособие / Ижевск: Изд-во «Удмуртский университет», 2012. 48 с.

## **ВОСТРЕБОВАННОСТЬ ИНЖЕНЕРНОЙ ГРАФИКИ В ПОДГОТОВКЕ ИНЖЕНЕРА**

Студент гр. 113021-19 Медведева Д.А.

*Научный руководитель – канд. техн. наук, доц. Лешкевич А.Ю.*

Создание любой конструкции приборостроительного производства немислимо без чертежей. Безусловно, основной задачей инженерной графики (ИГ) является изучение методов проецирования и правил конструирования сборочных единиц в совокупности с технической механикой, метрологией, стандартизацией, сертификацией и другими техническими дисциплинами.

Перед нами была поставлена проблема исследования значимости существующего курса ИГ решением следующих задач:

- изучение актуальности существующей теоретической и практической базы дисциплины;
- выявление необходимости ее модернизации или доработки;
- выяснение степени применимости знаний, умений и навыков, полученных из данной дисциплины в сфере инженерии.

Результаты исследований показали, что курс ИГ все же дает необходимые знания для создания чертежа в проекционной связи, однако, необходимо больше внимания уделять процессу чтения чертежа, применению компьютерных баз конструктивных элементов, находящихся в информационном доступе, овладению современных графических пакетов с продолжением на старших курсах. Будущих специалистов необходимо сразу подготавливать к работе с чертежами обычного и виртуального типов с максимально возможным использованием постоянно совершенствуемых компьютеров.

Курс ИГ должен быть более актуальным и современным с постоянной модернизацией, оптимизацией и усовершенствованием изучения материала в процессе преподавания на лекционных и практических занятиях. Для этого, несмотря на уменьшение общего срока обучения до 4-х лет, следовало бы, все-таки, изыскать возможность либо увеличения часов в семестре, либо количество семестров, отводимых для ИГ, а также, к примеру, введения курсового проектирования по ИГ.



## ИСТОРИЯ ЗАРОЖДЕНИЯ НАЧЕРТАТЕЛЬНОЙ ГЕОМЕТРИИ

Студентка гр. 103012-19 Андрукович В.И.

*Научный руководитель - ст. препод. Толстик И.В.*

Потребность изображений объектов на плоскости появилась у людей ещё в глубокой древности, о чём свидетельствуют многочисленные изображения первобытного человека на стенах пещер, где он пытался графически изобразить свою жизнь и свои изобретения. Основателем геометрии в Греции считается Ф. Милетский, основавший школу геометров и положившей начало научной геометрии. Его ученику Пифагору Самосскому принадлежат первые открытия в геометрии, а приемник Пифагора Платон ввёл в геометрию аналитический метод и конические сечения.

Систематизировал основы геометрии великий александрийский ученый Евклид в своем замечательном труде. «Начала» Евклида – первый серьезный учебник, по которому в течение двух тысячелетий учились геометрии. "Золотым веком" греческой геометрии называют эпоху, когда жили и творили математики Архимед, Эрастофен и Аполлоний Пергский (287–190 г.г. до н.э.). Зарождение аналитической геометрии связано с появлением метода координат – это труды французских математиков Ферма и Декарта, а дифференциальную геометрию создал Исаак Ньютон.

Начертательная геометрия как наука существует лишь с конца XVIII века. Именно Гаспар Монж свел в стройную научную систему весь накопленный материал развития науки и техники в ряде стран по ортогональному проецированию.

Начертательная геометрия прошла долгий и тернистый путь, чтобы обрести такой вид, которым мы сейчас активно пользуемся. Сейчас сложно представить современную жизнь без неё. Человечество не стоит на месте, и в скором времени появляться новые методы и направления этой замечательной и уникальной науки.

### *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).

**ЗОЛОТОЕ СЕЧЕНИЕ: ИСТОРИЯ ВОЗНИКНОВЕНИЯ**

Студентка гр. 101051-19 Макаренко В.С.

*Научный руководитель – канд. техн. наук, доц. Зелёный П.В.*

Термин «золотое сечение», известный с античных времен, означает неравное деление отрезка таким образом, что весь отрезок так относится к большей части, как сама большая часть относится к меньшей (отношение пропорцией 62% к 38%). Существует даже «золотое число», которое отображает соотношение пропорций. Оно обозначается греческой буквой  $\phi$  и приблизительно равно 1.618034... Золотым сечением пользуются в различных отраслях: в музыке, живописи, математике [1, 2], программировании, астрономии, архитектуре и многих других. Наверное, каждому известно правило построения правильного пятиугольника. В его основе так же лежит метод золотого сечения. Древняя, средневековая и современная архитектура построены на методе золотого сечения. Математики называют композицию, полученную золотым сечением «асимметричной симметрией». Считается, что термин «золотое сечение» стал известен с древней Греции, но есть и мнение о том, что греки подсмотрели его у египтян. Необычные свойства числовой зависимости стали причиной для мистической веры у людей.

Впервые в 1509 году в книге «Божественная Пропорция» монах Лука Пачоли дал научное определение правилу. Он представил золотое сечение в виде единства, где маленький отрезок – сын, большой – отец, а весь отрезок – святой дух. Второе упоминание золотого сечения было в 1855 году. Философ Адольф Цейзинг доработал теорию и она стала универсальной для всех проявлений. Все свои идеи, догадки, доказательства он записал в своей книге «Математическое Эстетство». В настоящее время метод золотого позволяет создавать здания необычных форм и размеров.

*Литература*

1. Аракелян Г. Б. Математика и история золотого сечения. – М.: Логос, 2014, 404 с.
2. Roger Herz-Fischler. A Mathematical History of the Golden Number. – Courier Corporation, 2013. – 228 с.

УДК 514.48 : 371.3

## **ИСТОРИЯ РАЗВИТИЯ ИНЖЕНЕРНОЙ ГРАФИКИ**

Студенты гр. 106071-19 Власенко А.П., Сержан А.С.  
*Научный руководитель – ст. препод. Коноплицкая И.А.*

Самые ранние сведения о способах построения изображений, которые удалось определить человеку, принадлежат Древнему Египту. Именно там, были найдены высеченные на камне план сада, и фасад здания с планировкой помещений и расположением окон и дверей, изображенных с помощью линейного масштаба.

Античная графика достигла своего наивысшего расцвета в Греции. Взлет инженерной мысли – гигантские сооружения, военные машины, автоматические игрушки, требовали научного обоснования, математических расчетов и графического представления, опиравшегося на теоретическую основу в трудах античных ученых.

В средневековье развитие замедлилось. Вместе с тем появлялись первые города и крепостные постройки, различные виды ремесел, наметились ростки просвещения. Строились недоступные феодальные замки, монастыри, напоминающие военные крепости, готовые к отражению нападений врага и их осаде. Строительство таких зданий вызывало необходимость выполнения чертежей простыми способами. Новшеством, дополняющим или заменяющим чертежи, было использование моделей.

С XIII века изменяется развитие мира. В это время оживляется осмысление прошлого и восстановление культуры периода античности. В трудах Пьеро делла Франческо, Леона Баттиста Альберти, Леонардо да Винчи теоретически обосновывались законы перспективных отображений, а живописцы, скульпторы и архитекторы блистательно применяли их в практических целях. Развитие промышленности – металлургии и горного дела, вызвало к жизни новый способ отображения – аксонометрию для наглядного и точного изображения производственных процессов. Ускоренными темпами развивалась и перспектива.

### *Литература*

1. <https://elibrary.ru/DEFAULTX.ASP>.

## **ИННОВАЦИОННЫЕ МЕТОДЫ ОБУЧЕНИЯ ИНЖЕНЕРНОЙ ГРАФИКЕ В ПРИБОРОСТРОЕНИИ**

Студенты гр. 113021-19 Зайцева А.А., Зуева А.В.

*Научный руководитель – канд. техн. наук, доц. Лешкевич А.Ю.*

Инженерная графика (ИГ) относится к одной из базовых учебных дисциплин для студентов первого курса технического университета. Традиционные цели дисциплины – развитие пространственного воображения и творческих способностей к анализу и синтезу пространственных форм и отношений на основе их графических отображений, формирование навыков изображения на плоском чертеже трехмерных объектов, развитие логического мышления и геометрографической культуры, приобретение знаний и умений инженерного документирования. Современные информационные технологии дополнили и обогатили этот список новой составляющей - компьютерной графикой, которая меняет не только технологию проектирования, но и его идеологию. Концепция CALS-технологии (computer aided live cycle support), сутью которой является создание единой интегрированной модели продукта и обеспечение непрерывного сопровождения его жизненного цикла, расставляет новые акценты в геометро-графическом образовании инженера.

Геометрическое моделирование предполагает усиление подготовки в области теории поверхностей и геометрических преобразований. CAD-CAM системы формирования чертежно-конструкторской документации позволяют отказаться от традиционной техники создания проектной документации с помощью циркуля и линейки. Однако, при этом возрастает необходимость приобретения навыков “ручной” графики (“free-hand sketching”), применяемой в процессе проектирования, формирования и преобразования геометрических моделей при их визуализации на дисплее.

Графическое представление информации, в силу наглядности и лаконичности, поддерживает образовательные услуги в области дистанционного образования: самостоятельное освоение графических пакетов, визуализацию 3D моделирования техпроцессов при изучении теоретического и практического материала,

## **РОЛЬ СТАНДАРТОВ ПРИ ИЗУЧЕНИИ ИНЖЕНЕРНОЙ ГРАФИКИ В ПРИБОРОСТРОЕНИИ**

Студенты гр. 113021-19 Зайцева А.А., Зуева А.В.

*Научный руководитель – канд. техн. наук, доц. Лешкевич А.Ю.*

Современное общество предъявляет непростые требования к личности специалиста: высокий образовательный уровень, гибкое мышление, профессиональная мобильность, умение вырабатывать собственную стратегию профессиональной деятельности. Технический же специалист должен обладать знаниями, умениями и навыками квалифицированного пользования международным графическим языком.

Любое графическое изображение (чертежи, схемы и т.д.) должно быть выполнено не просто с максимальной точностью, но и соответствием правилам и международным стандартам, определяемым комплексом государственных стандартов (ГОСТ), как бы они не назывались. «Единая система конструкторской документации» (ЕСКД) является обязательной для соблюдения во всех инженерных организациях, а также для физических лиц.

Размеры первых чертежей, выполненных в натуральную величину, стали уменьшаться и переноситься на бумагу и холст. С развитием же кораблестроения и появлением в обиходе более сложных инженерных конструкций, чертежное дело приобрело широкое распространение и стало развиваться семимильными шагами. В России первые стандарты для выполнения машиностроительных чертежей были опубликованы еще в 1928 году и с тех пор постоянно совершенствовались и переписывались. Только чертеж, выполненный по всем общим и интернациональным правилам, будет понятен специалисту.

Изучение инженерной графики необходимо строить только на применении стандартов, особенно при измерениях и нанесении размеров. Современные требования к оформлению и управлению документооборотом предполагают изучение новых мировых стандартов, в частности, стандартов группы STEP. Необходимо также в полной мере базироваться и на стандартах компьютерного проектирования.

## **ЗНАЧЕНИЕ ИНЖЕНЕРНОЙ ГРАФИКИ В ОБУЧЕНИИ И ВОСПИТАНИИ ТЕХНИЧЕСКОГО СПЕЦИАЛИСТА**

Студенты гр. 113021-19 Зайцева А.А., Зуева А.В.

*Научный руководитель – канд. техн. наук, доц. Лешкевич А.Ю.*

Воспитание профессиональной и графической культуры и грамотности, конструктивного мышления повышение уровня инженерного интеллекта остаются актуальными и сегодня. Основой технической грамотности является язык графики в силу ряда своих свойств являющийся уникальным в коммуникативном процессе. Этот древнейший из языков мира является международным языком общения; он точен, нагляден и лаконичен, позволяет в наивыгоднейшем виде представлять информацию в любой области человеческих знаний графическими средствами.

В условиях сегодняшнего мира массовых коммуникаций, необходимости уплотнения огромного объема информации и возможностей, предоставляемых новыми информационными технологиями, графическая культура обретает роль второй грамотности. Актуальность таких технических профессий как инженер-технолог, инженер-конструктор, активно возрастает, в связи с востребованностью на рынке труда. Для подготовки таких специалистов необходимо знание инженерной графики. Будущий специалист должен уметь хорошо чертить, выполнять сложные 2D и 3D графические построения, четко представлять в пространстве выполняемую графическую работу и сопоставлять результаты с реальностью.

Сфера образования представляет собой одну из наиболее инновационных отраслей. В ходе осуществления и распространения усовершенствований и модернизаций в сфере инженерного образования формулируется и развивается современная образовательная система – глобализация открытого, гибкого, индивидуализированного, создающего знания, непрерывного образования человека в течение всей его жизни для успешного овладения одной из главных компетенций – интегрированным языком инженерной культуры – языком графики. Высшее техническое образование все более актуально, т.к. специалисты-инженеры обслуживают важнейшую, наряду с гуманитарной, область человеческой деятельности.

## **КРИВЫЕ ЛИНИИ В НАЧЕРТАТЕЛЬНОЙ ГЕОМЕТРИИ**

Студенты гр. 106071-19 Кулик П.В, Рыздзевская А.Д  
*Научный руководитель – ст. препод. Коноплицкая И.А.*

Инженеры для задания очертаний деталей широко применяют поверхности, получаемые кинематическим способом: поверхность образуется движением некоторой линии, которая, перемещаясь в пространстве по определенному закону, может менять свою форму.

Кривая линия – это множество точек пространства, координаты которых являются функциями одной переменной. Если кривая линия совмещается всеми точками с плоскостью, ее называют плоской. Примеры плоских кривых: циклоида, эвольвента, синусоида. Примеры пространственных кривых – винтовая линия, линия пересечения боковых поверхностей прямых круговых цилиндра, оси которых не пересекаются и т.д. В инженерной графике кривую рассматривают как траекторию движущейся точкой, как проекцию другой кривой, как линию пересечения двух поверхностей, как множество точек, обладающих каким-либо общим для всех их свойством и т.д. Например, циклоида – плоская кривая, которая описывает фиксированная точка, неподвижно связанная с окружностью, катящейся по неподвижной прямой. Эта кривая состоит из ряда «арок», каждая из которых соответствует полному обороту окружности. Каждая кривая включает в себя геометрические элементы, которые составляют её определитель, т.е. совокупность независимых условий, однозначно определяющих эту кривую.

Способы задания кривых: аналитический – кривая задана математическим уравнением; графический – кривая задана визуально на носителе графической информации; табличный – кривая задана координатами последовательного ряда точек.

### *Литература*

1. Геометрические построения : кривые линии, сопряжения : учебно-методическое пособие по инженерной графике с вариантами индивидуальных заданий для студентов машиностроительных специальностей / Т. А. Марамыгина [и др.] ; под общ. ред. П. В. Зеленого. – Минск: БНТУ, 2009. – 69 с. : ил.

**АКСОНОМЕТРИЧЕСКОЕ ПРОЕКЦИРОВАНИЕ  
КАК СРЕДСТВО ОБУЧЕНИЯ ЧТЕНИЮ ЧЕРТЕЖЕЙ**

Студент гр. №101051-19 Подолянчик К.А.

*Научный руководитель – канд. техн. наук, доц. Зелёный П.В.*

На начальном этапе, этапе обучения владению чертежом, то есть обучению способности мысленного воспроизведения формы и размеров сложной детали, изделия, сборочной единицы, неизбежны вполне ожидаемые трудности, если дело иметь только с проекционным чертежом. В помощь ему приходят проекции, образование которых строится на принципах, дающих возможность воспроизводить детали и узлы наглядно, объемно [1]. То есть, так, как в действительности воспринимается окружающий мир, имея все три измерения – высоту, длину и ширину. При построении ортогонального проекционного изображения одно из измерений всегда вырождается. Поэтому ортогональный проекционный чертеж позволяет судить о двух измерениях. Кроме того, на нем проецирующие плоскости выглядят, как отрезки прямых линий. Проецирующие цилиндрические поверхности – как дуги окружностей. Все это также затрудняет мысленное воспроизведение формы. Чтобы избежать этого эффекта проецирования геометрический образ проецируется на плоскость так, что ни одно из измерений не вырождается в точку и изображение дает все три измерения (высоту, длину, ширину), что приводит к объемному восприятию.

АксонOMETрические проекции не заменяют проекционного чертежа, а только его дополняют. АксонOMETрия – не самоцель, ибо ее построение весьма трудоёмко. Ее использование лишь в учебных целях имеет смысл, так как в процессе построения аксонOMETрической проекции по ортогональному чертежу студент постепенно развивает свое пространственное представление и логическое мышление геометрическими образами.

*Литература*

1. Волжанова О.А. АксонOMETрические проекции: учеб.- метод. пособие / Ижевск: Изд-во «Удмуртский университет», 2012. 48 с.



## **ИСТОРИЯ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ УЗОРОВ В ОДЕЖДЕ**

Студент группы 103012-19 Пархимович А.А.

*Научный руководитель – препод. Гончаренко О.П.*

Одежда в жизни каждого человека играет очень важную роль. Геометрические узоры были частью национальных костюмов уже давно, и не удивительно, что они плавно перешли и в мир современной моды. Более древними являются такие мотивы орнаментов, как полоска, зигзаг, клетка, ромб, горошек, треугольник и др.

Полоска была известна уже в Древнем Египте: головной убор фараона изготавливался из ткани в синюю и золотую полоску. У славянских народов бытовала многоцветная полосатая ткань под названием «пестрядь».

Клетка – один из самых популярных видов рисунков на ткани. В истории мировой культуры клетчатые ткани известны примерно с 3000 года до н.э. При археологических раскопках в Египте, учёные обнаружили древнюю мумию, завернутую в клетчатый саван. Знать в Древнем Риме носила клетчатые тоги, а мужественные самураи в Японии – клетчатые кимоно. В костюмах византийской эпохи часто встречается рисунок в виде крупных квадратов или ромбов, в которые помещены изображения животных. В древней Руси распространённым был рисунок в виде ромбовидных решёток с кругами в центре или звёзды на фоне квадратов.

В настоящее время клетчатый орнамент чаще всего ассоциируется с «шотландской клеткой». Плотная шерстяная ткань в клетку в этой стране стала знаком клана: каждый род имел определенный по цвету и размеру рисунок клетки, называемый «тартан».

Зигзаг (шеvron). Первые зигзагообразные изображения обнаружены еще в Древней Греции в 1800 г. до н.э. Извилистая линия в центре изображения считается признаком жизни и живого существа.

### *Литература*

1. Названия узоров и принтов на ткани [Электронный ресурс] / – Режим доступа: <https://natalyaworobei.blogspot.com/2018/10/blog-post.html>. – Дата доступа: 14.04.2020.

**ЗОЛОТОЕ СЕЧЕНИЕ В АРХИТЕКТУРЕ И ИНТЕРЬЕРЕ**

Студентка гр. №101051-19 Макаренко В.С.

*Научный руководитель – канд. техн. наук, доц. Зелёный П.В.*

Один из ярких примеров золотого сечения в древнеегипетской архитектуре – пирамида Хеопса: зависимость пропорционального отношения одного катета, что является высотой, и второго, что равен половине длины основания. Если взять отношение гипотенузы к меньшей стороне, то получается то самое «золотое число». В древней Греции запоминающимся архитектурным строением является Парфенон [1]. Он был возведен в 5 веке до нашей эры. Если взять отношение его высоты к ширине, то получим снова «золотое число». Если брать во внимание архитектуру средневековья, то пример золотого сечения можно рассмотреть на соборе Парижской Богоматери или символе Парижа – Эйфелевой башне. Когда в Париже собирали Эйфелеву башню, многие французы возмущались. Критики писали о ней, как об «уродстве города», «сраме Парижа», «тощей пирамиде из металлических лестниц». Но теперь это самый посещаемый памятник, который является гордостью Парижа.

В современной архитектуре соотношение расчетов золотого сечения позволяет создавать и проектировать различные универсальные формы, которые при этом будут являться прочными и надежными конструкциями.

Использовать правило золотого сечения можно так же и в цветовых оформлениях. Но здесь существует упрощенное правило: 60% - основная палитра; 30% – дополнительный оттенок; 10% – близкий тон, позволяющий усилить восприятие двух предыдущих.

При этом так же не стоит забывать про золотое соотношение и в оформлении интерьера мебелью(1/1.62). Мебель должна быть в соотношении к общей площади, в высоте по отношению к параметрам комнаты.

*Литература*

1. Шевелев, И.Ш. Золотое сечение / И.Ш. Шевелев, М.А. Марутаев, И.П. Шмелев – М.: Стройиздат, 1990. – 344 с.

**РОЛЬ И ВИДЫ ПЕРСПЕКТИВЫ В ПОСТРОЕНИИ  
ИНТЕРЬЕРНОГО ПРОСТРАНСТВА**

Студентка АФ гр.111022-19 Николаева В.С.

*Научный руководитель – ст. препод. Грицко Н. М.*

В творческом процессе архитектурного проектирования построение перспективы интерьера играет важную роль. Перспектива интерьера необходимая составляющая к чертежам планов, разрезов. Построение перспектив интерьеров имеет преимущества перед макетами. На макете весьма сложно передать общий вид интерьеров в цвете, фактуру, окраску отделочных материалов, а также мебель и оборудование. Полное представление о качестве архитектурного решения интерьера дает совокупность чертежей и перспективы изображения.

При построении перспективы интерьера правильный выбор положения точки зрения и величины углов имеет значение. Точка зрения часто выносится за пределы изображаемого помещения. Для построения ограничение угла зрения ( $\alpha=30^\circ$ ) связано с тем, что в поле зрения попадает лишь небольшая его часть. Оптимальными горизонтальными углами следует считать углы  $40-60^\circ$ . Имеет значение направление главного луча и картинной плоскости по отношению к глубинной оси интерьера. На решение композиции интерьера влияет выбор положения линии горизонта. Перспективное изображение интерьера, у которого одна из стен расположена параллельно картине, а другие перпендикулярно, называется фронтальной перспективой. Картинная плоскость может быть расположена в любом месте по глубине интерьера. Рекомендуется устанавливать точку зрения в пределах средней трети ширины пространства интерьера. Есть и другой вариант построения интерьера – угловая перспектива. Картинную плоскость располагают под произвольным углом к основным плоскостям интерьера. Построение угловой перспективы интерьера ничем не отличается от построения перспективы внешнего вида здания.

Предшествующим шагом построению перспективы является выполнение набросков и эскизов небольших размеров.

**ВОЗНИКНОВЕНИЕ И РАЗВИТИЕ ТЕОРИИ  
АКСОНОМЕТРИЧЕСКОГО ПРОЕКЦИРОВАНИЯ**

Студент гр. 101051-19 Подолянчик К.А.

*Научный руководитель – канд. техн. наук, доц. Зелёный*

На Международном математическом конгрессе в Париже в 1900г. немецкий математик Давид Гильберт (1862 – 1943) в своём докладе «Математические проблемы» отметил: «История учит, что развитие науки протекает непрерывно. Мы знаем, что каждый век имеет свои проблемы, которые последующая эпоха или решает или отодвигает в сторону, как бесплодные, чтобы заменить их новыми» [1]. Продолжая эту мысль, известный русский геометр Н.А. Рынин (1877 – 1942) сравнивает процесс развития перспективы с полноводной рекой, имеющей свои истоки, питающие её притоки и основное русло, где формируется во всей своей ширине и глубине теория метода. Эти слова справедливы относительно становления многих методов начертательной геометрии, которые развивались, получали теоретическое обоснование в соответствии с практическими требованиями, в том числе и аксонометрии. Возникнув из теоретических источников перспективы, аналитической, начертательной и проективной геометрии, теория аксонометрических проекций с первой половины XIX века [2] в дальнейшем дала такие необходимые для практики направления своего развития как центральная аксонометрия, аксонометрия многомерного пространства, стандартная аксонометрия.

*Литература*

1. Давид Гильберт. Математические проблемы. Доклад, прочитанный 8 августа 1900 г. на II Международном Конгрессе математиков в Париже. Перевод с немецкого М.Г. Шестопал и А.В. Дорофеевой. Воспроизведено по изданию: Проблемы Гильберта, Сб. под общ. ред. П.С. Александрова, Изд. "Наука", М., 1969 г.

2. Елисеев, Н.А. Становление и развитие аксонометрии, вклад ученых Петербурга в теорию (1820-1950) и инженерно-техническую (железнодорожную) практику метода : Дис. ... канд. техн. наук : 07.00.10 СПб., 2006 234 с. РГБ ОД, 61:06-5/1355.

УДК 514.181

**СУТЬ АКСОНОМЕТРИЧЕСКОГО ПРОЕКЦИРОВАНИЯ  
И ЕГО КЛАССИФИКАЦИЯ В ЗАВИСИМОСТИ  
ОТ ИСКАЖЕНИЯ РАЗМЕРОВ**

Студент гр. №101051-19 Подольничик К.А.

*Научный руководитель – канд. техн. наук, доц. Зелёный П.В.*

Суть аксонометрического проектирования состоит в том, что данную фигуру вместе с осями прямоугольных координат, к которым она отнесена в пространстве, параллельно проектируют на некоторую плоскость, принятую за плоскость аксонометрических проекций (ее называют также картинной плоскостью). При различном взаимном расположении осей координат в пространстве и плоскости аксонометрической проекции, а также при разном направлении проектирования можно получить множество аксонометрических проекций, отличающихся одна от другой направлением аксонометрических осей и масштабами по ним. Все их относят к двум типам: прямоугольным, если направление проектирования перпендикулярно плоскости проектирования, т.е. угол между проектирующими прямыми и плоскостью изображения (картинная плоскость) равен  $90^\circ$ ; косоугольными, если направление проектирования не перпендикулярно плоскости проектирования (или угол между проектирующими прямыми и плоскостью изображения отличен от прямого).

В общем случае любой предмет располагается по отношению к плоскости проектирования так, что размеры объекта несколько искажаются. Отношение длины аксонометрической единицы к ее истинной величине называется коэффициентом искажения (показателем искажения).

Аксонометрические проекции называются: изометрическими, если коэффициенты искажения по всем осям равны между собой; диметрическими, если коэффициенты искажения равны по двум осям; триметрическими, если все коэффициенты искажения различны.

*Литература*

1. Волжанова, О.А. Аксонометрические проекции: учеб.- метод. пособие / Ижевск: Изд-во «Удмуртский университет», 2012. 48 с.

## ГРАФИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПОВОРОТА ПАХОТНОГО АГРЕГАТА С ОПОРНО-МАНЕВРОВЫМ УСТРОЙСТВОМ

Студент гр. 102051-19 Стаин А.И.

Научный руководитель – ст. препод. Щербакова О.К.

Для сравнительного анализа и оценки площади, необходимой для разворота тракторного агрегата в программе AutoCAD смоделировано его движение на повороте в трех случаях (рис.1): поворот грушевидный, грибовидный и с использованием опорно-маневрового устройства [1].

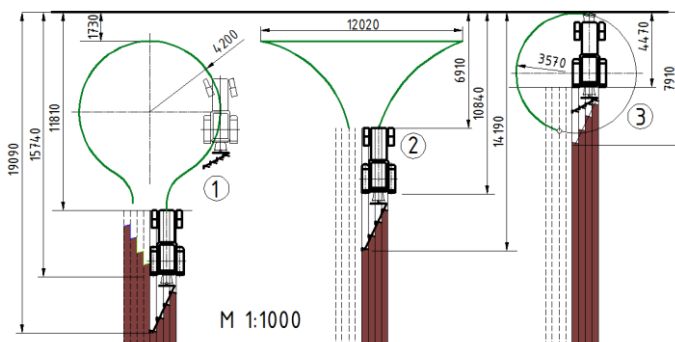


Рисунок 1 – Способы поворота тракторного агрегата при выполнении гладкой пахоты

Применение опорно-маневрового устройства повышает производительность пахотного агрегата, сокращая тем самым ширину разворотной полосы, уменьшает время поворота и расход топлива.

### Литература

1. Трактор для гладкой пахоты отвальным плугом (Сельскохозяйственный трактор): пат. № 14694 Респ. Беларусь, МПК6 А 01В 49/04, В 62В 49/06 / П. В. Зелёный, В. В. Яцкевич, В. П. Бойков, О. К. Щербакова; заявитель Бел. нац. техн. ун-т. – № а 20090463; заявл. 30.03.2009; опубл. 30.08.2011 // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуальнай уласнасці. – 2011.

**КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ НА ПРИМЕРЕ  
КОНСТРУИРОВАНИЯ ОПОРНО-МАНЕВРОВОГО КОЛЕСА**

Студент гр. 106051-19 Дубчук Н.С.

*Научный руководитель – ст. препод. Щербакова О.К.*

Инженерно-конструкторская деятельность невозможна без использования компьютерного моделирования, которое позволяет расширить творческие возможности конструктора. Студенты проявляют большую заинтересованность графической дисциплиной, если в нее привлечь информационные технологии, особенно системы трехмерного проектирования. Рассмотрено применение дополнительного опорно-маневрового устройства (рис.1), спроектированного в программе AutoCAD, которое на момент поворота выводит из контакта с опорной поверхностью передние колеса и разворачивает пахотный агрегат на месте [1]. Данное устройство используется для минимизации радиуса поворота пахотных агрегатов на базе универсально-пропашных тракторов с навесными оборотными плугами при работе на мелкоконтурных полях со сложным рельефом.

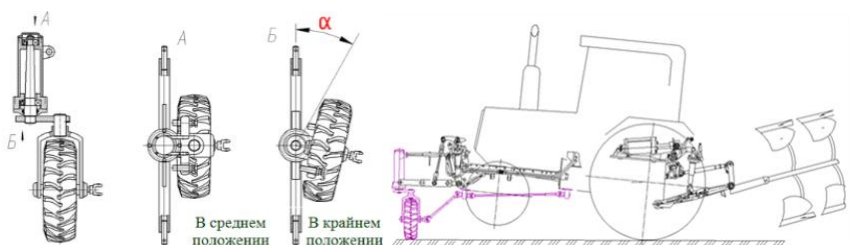


Рисунок 1 – Опорно-маневровое устройство и схема его присоединения к двигателю

*Литература:*

1. Трактор для гладкой пахоты отвальным плугом (Сельскохозяйственный трактор): пат. № 14694 Респ. Беларусь, МПК6 А 01В 49/04, В 62В 49/06 / П. В. Зелёный, В. В. Яцкевич, В. П. Бойков, О. К. Щербакова; заявитель Бел. нац. техн. ун-т. – № а 20090463; заявл. 30.03.2009; опубл. 30.08.2011 // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуальнай уласнасці. – 2011.

**ПРИМЕНЕНИЕ БИБЛИОТЕК СИСТЕМЫ КОМПАС-3D  
ПРИ РАЗРАБОТКЕ РАБОЧИХ ЧЕРТЕЖЕЙ ТИПА «ВАЛ»**

Студент гр. ХТиТ-2 Грецкий А.О. (БГТУ)

*Научный руководитель – канд. техн. наук, доц. Гарабажиу А.А. (БГТУ)*

Система автоматизированного проектирования КОМПАС-3D предназначена для создания чертежно-конструкторской документации, а также трехмерных моделей деталей и сборочных узлов любой степени сложности и технического назначения. Для разработки рабочих чертежей деталей машин типа «Вал» в данной системе можно воспользоваться следующими прикладными библиотеками машиностроительного профиля:

1) библиотека «Стандартные изделия» предназначена для вставки в чертеж готовых конструктивных элементов различного назначения. Например, канавок для выхода долбяка, шлифовального круга и манжет, а также под упорные, резиновые и сальниковые кольца; отверстий конических, цилиндрических и центровых; проточек для выхода конической, метрической, трапецеидальной и трубной резьбы; шлицов прямобочных, треугольных и эвольвентных; изображений шпоночного паза по различным ГОСТам.

2) библиотека «Валы и механические передачи 2D» предназначена для проектирования валов и элементов механических передач.

В данной библиотеке на простых элементах валов могут быть смоделированы шлицевые, резьбовые и шпоночные участки, а также другие конструктивные элементы – канавки, проточки, пазы, лыски и т.д. Сложность модели и количество ступеней вала не ограничиваются [1].

Использование выше описанных прикладных библиотек системы КОМПАС-3D позволяет сократить общее время проектирования рабочих чертежей деталей машин типа «Вал» как минимум в 2–4 раза.

*Литература*

1. Использование системы КОМПАС-3D при создании учебной чертежно-конструкторской документации / А.А. Гарабажиу, Д.В. Клоков, Д.Н. Боровский, Е.А. Леонов // Автомобиле- и тракторостроение: материалы международной научно-практической конференции, Минск, 14-18 мая 2018 г.: в 2 т. Минск, 2018. – Т. 2. – С. 217-220.



## **КЛАССИФИКАЦИЯ СВАРНЫХ КОНСТРУКЦИЙ**

Студент гр.104031-19 Миношин В.В.

*Научные руководители – ст. препод.Тявловская Т.М.,  
ст. препод. Банад С.В.*

Изготовление конструкций с помощью сварки получает всё большее распространение в технике. Экономичность изготовления сварных конструкций является основополагающим фактором, обеспечивающим их приоритетное применение. Технологический процесс изготовления сварных конструкций включает в себя выполнение заготовительных, сборочных, сварочных, контрольных, отделочных и других операций. Преобладающими способами сварки являются электродуговая и электрошлаковая. Сварные конструкции классифицируют: 1. По способу получения заготовок (листовые, литосварные, кованосварные). 2. Целевому назначению (вагонные, судовые, авиационные и др.) 3. Характерным особенностям их работы (балки, рамы, фермы, ёмкости, сосуды, трубы и трубопроводы, корпусные конструкции и т. п.). При рассмотрении вопросов проектирования и изготовления сварных конструкций выделяют следующие типы сварных конструкций: Балки – конструктивные элементы, работающие в основном на поперечном изгибе. Жёстко соединённые между собой балки образуют рамные конструкции, Колонны – элементы, работающие на сжатие или сжатие с продольным изгибом. Решётчатые конструкции – система стержней, соединённых в узлах таким образом, что они испытывают главным образом растяжение или сжатие (фермы, мачты, арматурные сетки и каркасы). Конструкции, испытывающие избыточное давление, – конструкции, к которым предъявляют требование герметичности соединений (ёмкости, сосуды и трубопроводы). При изготовлении сварных конструкций выполняют сварные соединения различных видов: стыковые, тавровые, нахлесточные и угловые.

### *Литература*

1. Васильев А.А. Металлические конструкции. Изд. 3-е. М., Стройиздат, 1979. – 472 с.

## **СВАРКА В СОВРЕМЕННОМ ИСКУССТВЕ**

Студент гр.104031-19 Шкробов П.О.

*Научные руководители – ст. препод. Тявловская Т.М.,  
ст. препод. Банад С.В.*

Для большинства людей сварка – это исключительно прикладное ремесло. Но есть и другое применение сварки – это творчество и создание произведений искусства. В результате этого вида художественной деятельности появляются объемные конструкции, которые воплощают творческую мысль создателя и находят применение в быту. По размеру они бывают совершенно разные – от маленькой фигурки до полноразмерной скульптуры. Наиболее популярными изделиями, которые создаются с помощью сварки, являются предметы мебели и декоративные элементы. Например, элементы заборов, калиток, декоративные и журнальные столики, стулья, вешалки, стойки для обуви и другие вещи, которые выполняют практическую функцию и используются в доме или на улице. Метод художественной сварки позволяет придать неповторимую форму и создать оригинальный узор или текстуру на поверхности. Эти изделия не боятся влаги, выдерживают большие механические нагрузки, отличаются продолжительным сроком службы. Правда стоимость таких изделий достаточно высокая, т.к. используются дорогостоящие металлы: титан, цирконий и др.

Изделия, полученные художественной сваркой, отлично сочетаются с другими предметами и различными материалами, в том числе кирпичом, блоком, камнем и деревом. Если, например, сварные декоративные элементы предназначаются для украшения забора или ворот, они отлично смотрятся в сочетании с профнастилом, красным и облицовочным кирпичом, бетоном и другими материалами. Мебель, созданная методом художественной сварки, красиво смотрится в классическом интерьере, барокко, романском, греческом стиле, а мелкие изделия способны украсить комнату, оформленную в направлении High-Tech.

## ХУДОЖЕСТВЕННАЯ СВАРКА

Студент гр.104031-19 Труханович Д.В.

*Научные руководители – ст. препод. Тявловская Т.М.,*

*ст. препод. Банад С.В.*

Одним из наиболее интересных направлений металлообработки является художественная сварка. С помощью художественной сварки можно создать как декоративные предметы, так и вещи, выполняющие практическую функцию.

Для выполнения художественной сварки, перед выполнением непосредственно сварочных работ, необходимо сделать чертеж с определением размеров и мелких нюансов, которые трудно учесть при визуализации без плана, продумать, какого размера будет изделие, для чего оно предназначено, с каким стилем должно сочетаться, в окружении каких материалов оно будет находиться, и каков единый стиль. Для этого мастер должен обладать умением только правильно выполнить чертеж. От этого зависит качество и художественная ценность будущего изделия.

Помимо эскиза, необходимо прорисовать отдельные детали, указать точки соединения и их количество, рассмотреть предмет в нескольких плоскостях. Представить его в аксонометрии. На этом этапе мастер выбирает материал. Так, для небольших и изящных фигурок или скульптур может использоваться титан в чистом виде или с небольшими добавками циркония, придающего изделиям особый блеск.

Кроме чертежа мастеру нужна рабочая поверхность, которая должна быть выполнена из устойчивых к высоким температурам и пламени материалов. И конечно сам аппарат для ручной аргонодуговой сварки, горелка к нему, присадочная проволока и баллон аргона. После того как изделие будет готово, оно должно остыть.

### *Литература*

1. Зотов Б.Н. Художественное литье Учеб. пособие для учащихся средних профессионально-технических училищ. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1982. – 288 с., ил.

## **СВАРКА ДАВЛЕНИЕМ**

Студент гр.104031-19 Шкробов П.О.

*Научные руководители – ст. препод. Тявловская Т.М.,  
ст. препод. Банад С.В.*

Способы сварки в твёрдой фазе дают сварное соединение, прочность которого иногда превышает прочность основного металла. Кроме того, в большинстве случаев при сварке давлением не происходит значительных изменений в химическом составе металла, т. к. металл либо не нагревается, либо нагревается незначительно.

Это делает способы сварки давлением незаменимыми в ряде отраслей промышленности (электротехнической, электронной, космической и др.).

Холодная сварка выполняется без применения нагрева, одним только приложением давления, создающим значительную пластическую деформацию (до состояния текучести), которая должна быть не ниже определённого значения, характерного для данного металла.

Перед сваркой требуется тщательная обработка и очистка соединяемых поверхностей (осуществляется обычно механическим путём, например, вращающимися проволочными щётками).

Этот способ сварки достаточно универсален, пригоден для со лос, тонкостенных труб и оболочек) и неметаллических материалов, обладающих достаточной пластичностью (смолы, пластмассы, стекло единения многих металлических изделий (проводов, стержней, по и т. п.). Перспективно применение холодной сварки в космосе.

### *Литература*

1. Васильев А. А. Металлические конструкции. Изд. 3-е. М., Стройиздат, 1979. – 472 с.

## ПРЕССОВАЯ ПОСАДКА

Студенты гр. 108071-19 Грушевич М.А., Домаренко Е.Н.  
*Научный руководитель – канд. техн. наук, доц. Леишкевич А.Ю.*

Посадкой называется характер соединения деталей, определяемый величиной получающихся в нем зазоров или натягов. Посадка характеризует большую или меньшую свободу относительного перемещения соединяемых деталей или степень сопротивления их относительному взаимному смещению. В зависимости от взаимного расположения полей допусков отверстия и вала посадки подразделяются на три группы:

- с зазором (подвижные), обеспечивающие зазор в соединении;
- с натягом (неподвижные), обеспечивающие натяг;
- переходные, при которых возможен как зазор, так и натяг.

Соединение с натягом – технологическая операция получения условно разъемного соединения посредством помещения одной детали или её части в отверстие другой детали при посадке с натягом. Обычно соединяют детали с цилиндрическими, коническими, эллиптическими, призматическими и другими поверхностями. Для получения неподвижного соединения необходим натяг – положительная разность диаметров вала и отверстия. После сборки вал и отверстие благодаря упругим и пластическим деформациям принимают один размер. Сборка соединения с натягом производится запрессовкой или температурным деформированием, предусматривающим нагрев охватывающей и охлаждение охватываемой поверхностей с применением криогеники.

Криогеника (от слов греч. κρύο- «холод, мороз», γένεο-род, происхождение) – раздел физики низких температур, изучающий закономерности изменения свойств различных веществ в условиях крайне низких («криогенных») температур, технологии и аппаратно-методические средства работы в условиях низких температур. Если нагрев до нескольких сот градусов не вызывает затруднений и ограничений, то охлаждение весьма проблематично сложностью отведения тепла. Используют в основном следующие способы внутреннего охлаждения: дросселирование и детандирование рабочего тела в виде жидкости, влажного пара или газа.

## ПОСТРОЕНИЕ ЗОЛОТОГО СЕЧЕНИЯ НА ПРИМЕРЕ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ

Студентка гр. 101051-19 Макаренко В.С.

*Научный руководитель – канд. техн. наук, доц. Зелёный П.В.*

Золотым сечением пользуются в различных отраслях: в музыке, живописи, а также математике [1, 2, 3]. Математики называют композицию, полученную золотым сечением «ассиметричной симметрией».

Рассмотрим метод построения золотого сечения на прямоугольнике и спирали. Построить прямоугольник методом золотого сечения можно при использовании чисел Фибоначчи. Числа Фибоначчи – элементы числовой последовательности (0, 1, 1, 2, 3, 5, 8, 13, 21, 34, 55, ...). Суть этой последовательности в том, что каждое последующее число равно сумме двух предыдущих чисел.

Для построения прямоугольника правилом золотого сечения воспользуемся следующим алгоритмом:

1. Нарисуем квадрат со стороной 1 и рядом аналогичный.
2. Над ними рисуется квадрат 2.
3. Слева размещается квадрат со стороной 3.
4. Ниже – квадрат со стороной 5.
5. Часть пространства справа занимает квадрат со стороной 8.
6. Над этими построениями размещается квадрат со стороной 13.
7. Справа строится квадрат со сторонами 21.

По такому же алгоритму строится спираль. При этом, каждую четверть витка спираль будет расширяться именно на значение золотого сечения. Золотую спираль можно как вписать в систему таких прямоугольников, так и описать вокруг нее.

### *Литература*

1. Аракелян Г. Б. Математика и история золотого сечения. – М.: Логос, 2014, 404 с.
2. Roger Herz-Fischler. A Mathematical History of the Golden Number. – Courier Corporation, 2013. – 228 с.
3. Васютинский, Н.А. Золотая пропорция / Н.А. Васютинский . – М. : Молодая гвардия, 1990 . – 238 с. : ил. – (Эврика)

УДК 744.42:62(075)

## **ПРИНЦИПИАЛЬНЫЕ СХЕМЫ КАК НАЧАЛЬНЫЙ ЭТАП ПРОЕКТНО-КОНСТРУКТОРСКИХ РАБОТ**

Студент гр. 107061-19 Крошенко Д.С.

*Научный руководитель – канд. техн. наук, доц. Лешкевич А.Ю.*

Разработка любого технического устройства сопряжена с решением задач. Зная их, можно переходить к проектированию и созданию конструкторской документации. Однако невозможно сразу составить чертеж, содержащий геометрически точное изображение объекта разработки. Чертеж является финальной стадией работы инженера конструктора, при помощи которого технолог готовит техпроцесс, а рабочий может изготовить изделие или его элемент. Начинает же конструктор свою работу по составлению чертежа с разработки общего устройства будущего механизма и его отображения графически. С этой целью используется такой вид конструкторской документации, как принципиальная схема, определяющая полный состав элементов изделия и связей между ними, дающая, при этом, детальное представление о принципах действия конструкции. Другими словами, это дорожная карта изделия, его план. Именно с отработки принципа действия будущего механизма и его отображения графическими схематическими средствами и начинается проектно-конструкторская работа.

Принципиальные схемы дают наиболее полное представление об изделии и его работе, позволяют на самой ранней стадии проектирования из многих вариантов выбрать наиболее совершенный. Используются и для наладки, контроля и ремонта устройства.

При составлении принципиальной схемы конструктор не останавливается на конкретных параметрах и свойствах изделия и его отдельно взятых частей и элементов. Он в схематическом виде имеет возможность, перебирая варианты, выбирать наиболее совершенный механизм, позволяющий успешно и с наименьшими потерями полезной энергии выполнять задачи, обозначенные в техническом задании. На схематическом уровне процесс вариативности наиболее эффективен и малозатратен, поэтому изучению стандартов, правил и условных обозначений должно уделяться повышенное внимание.

## РОЛЬ ПРИНЦИПАЛЬНЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СХЕМ В ПРОЕКТИРОВАНИИ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ УСТАНОВОК

Студент гр. 106011-19 Шульгат А.

Научный руководитель – канд. техн. наук, доц. Лешкевич А.Ю.

Роль весьма значительная, ведь ни одна электроустановка или прибор не обходится без принципиальных схем не только на стадии проектирования, но и обслуживания. Замысел конструктора выражается, прежде всего, в схемах, и только потом следуют расчеты номиналов и компоновки, соответствующие области применения.

Принципиальная схема определяет полный состав элементов и связи между ними и дает детальное представление о принципах работы изделия, в частности, генерации энергии на электростанциях.

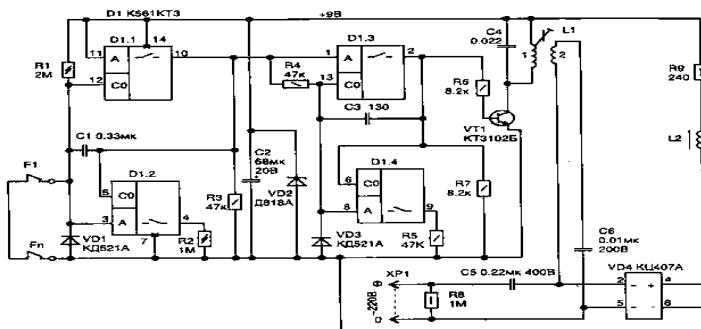


Рисунок 1 – Принципиальная электрическая схема

На принципиальной схеме изображают все электрические элементы, необходимые для осуществления и контроля заданных процессов в изделии и все электрические связи между ними, а также элементы (разъемы, зажимы и т.п.), которыми заканчиваются входные и выходные цепи. На рисунке для примера показана схема управления энергоустановки.

### Литература

1. Лешкевич, А.Ю. Значение принципиальных схем в процессе проектирования / А.Ю. Лешкевич, Е.Н. Мурашко, С.А. Горбачевич // М-лы 75-й СНТК БНТУ в сборнике «НИРС 2019»:Мн.: БНТУ, 2019.



## **ИСТОРИЯ РАЗВИТИЯ РЕДУКТОРА ОТ ДРЕВНИХ ВРЕМЁН ДО НАШИХ ДНЕЙ**

Курсант гр. 115011-19 Шингель Е.М.

*Научный руководитель – ст. препод. Толстик И.В.*

История применения зубчатых передач берет свое начало в античности. Первоначально они имели самую простую форму: вместо зубьев применяли деревянные цилиндрические или прямоугольные пальцы, которые устанавливали по периферии деревянных ободьев. Ученые античности Архимед, Герон Александрийский находили применение зубчатым передачам в различных областях, так появлялись первые механизмы, использующие зубчатые передачи: “архимедов винт”, рычаг, ворот, клин, винт.

В Средние Века появляется необходимость в преобразовании параметров вращательного движения. Гений эпохи Возрождения Леонардо Да Винчи разработал и воплотил в жизнь множество действующих механизмов, использующие колесные передачи. Конструирование заставило его составить основы теории передаточных механизмов пространственных и плоских зубчатых зацеплений, передач с гибкими звеньями и с переменными скоростями вращения, он заставил потенциальную энергию упругости служить людям. Это и шагомер, и механическая пила с вертикальным полотном, а токарный станок с педальным приводом он снабдил маховым колесом, которое обеспечивало равномерное вращение. Промышленная революция нового времени ознаменовалась переходом от деревянных передач, к металлическим. С появлением паровой машины возникла необходимость в передаче еще больших мощностей, потребовалось конструировать металлические редукторы.

Сейчас зубчатые передачи используются повсеместно. Они прошли многовековой путь развития и применяются практически во всех машинах, во всём технологическом оборудовании.

### *Литература*

1. Гений Леонардо да Винчи: машины и механизмы / П.А. Андриенко, Д.П. Козликин – М.: Изд-во Петропавловская крепость, 2005. – 61с.

## **СИСТЕМЫ БЕЗОПАСНОСТИ АТОМНЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СТАНЦИЙ**

Студент гр. 106081-19 Исенгалиев Д.А.

*Научный руководитель – ст. препод. Толстик И.В.*

В основе систем безопасности лежит надежное удержание радиоактивных веществ в заданных границах атомных электрических станций. Она включает в себя пять барьеров: кристаллическая решётка топливных таблеток, задерживающая продукты распада в решётке двуокиси урана, оболочка ТВЭЛа, предотвращающая контакт между топливом и теплоносителем, граница первого контура, обеспечивающая отвод тепла теплоносителем от активной зоны, биологическая, защищающая персонал от  $\gamma$  излучения и гермооболочка, обеспечивающая полную защиту от распространения радиоактивных продуктов. Каждый из этих барьеров обеспечивают безопасную работу реактора от внешних воздействий и сбоев.

Системы безопасности защиты первого и второго контура от превышения давления, системы аварийного газоудаления и аварийной подачи питательной воды включают в себя системы аварийного охлаждения активной зоны высокого и низкого давления (САОЗ). Если не сработают системы охлаждения, расплавленная активная зона начнёт стекать в специальный бетонный стакан, который называется ловушкой расплава. Он содержит материал, снижающий температуру, и кристаллизует расплав.

Проектирование систем безопасности связано с большим риском выбросов радиоактивных веществ в атмосферу в результате возможных аварий: расплавления активной зоны реактора и взрыва водорода, разрушения и взрыва реактора, что приводит к выбросу большого количества радиоактивных веществ. Поэтому в настоящее время на оборудование для систем безопасности атомных электрических станций уходит почти половина средств от общей стоимости атомных электрических станций.

### *Литература*

1. Принципы обеспечения безопасности АЭС / Романко В.А. – Изд-во Минск БНТУ, 2017. – 161 с.

УДК 621.039.538

## **РАЗВИТИЕ СИСТЕМ БЕЗОПАСНОСТИ АТОМНЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СТАНЦИЙ**

Студент гр. 106081-19 Воробьёв Ю.А.

*Научный руководитель – ст. препод. Толстик И.В.*

Ядерная энергетика начала свой путь в середине 1950-х годов. Первая в мире атомная Обнинская электростанция была запущена 27 июня 1954 года и имела один реактор мощностью 5 МВт.

Ядерные реакторы СССР, считались в те времена очень надёжным источником энергии, а возможные отказы и аварии – маловероятными. Поэтому они использовали минимальный перечень систем безопасности. На первых АЭС не было гермооболочки, которая могла бы обезопасить их от внешнего воздействия, не было в достаточном количестве систем безопасности, что потребовало в дальнейшем их серьёзных доработок. В первоначальном проекте энергоблоков РБМК-1000 не было гидробаллонов системы аварийного охлаждения реактора (САОР), а количество аварийных насосов было недостаточным, отсутствовали обратные клапаны на раздаточно-групповых коллекторах. В дальнейшем, в ходе модернизации, все эти недостатки были устранены. В частности, при доработке и строительстве вторых очередей РБМК был применён барабан-сепаратор большего диаметра, внедрена трёхканальная система САОР и увеличено количество насосов аварийной подачи воды в активную зону. Отсутствие гермооболочки компенсировалось стратегией применения системы плотно-прочных боксов, в которых располагались трубопроводы контура многократной принудительной циркуляции теплоносителя.

По причине многочисленных аварийных ситуаций и сложности управления, строительство реакторов РБМК было остановлено в конце 1980-х годов. Данные реакторы постепенно прекращают эксплуатироваться и заменяются современными и безопасными реакторами серии ВВЭР.

### *Литература*

1. Безопасность атомных станций. Вероятный анализ / Острейковский В.А. Изд-во Физико-математическая литература, 2008–349 с.

## **ТЕНДЕНЦИЯ РАЗВИТИЯ ТРАВМОБЕЗОПАСНОГО РУЛЕВОГО УПРАВЛЕНИЯ**

Курсант гр.115011-19 Микулевич А.С.

*Научный руководитель – ст. препод. Толстик И.В.*

Автомобиль – это сложная техническая система, которая содержит в себе тысячи различных по своей конструкции и назначению деталей. Рулевое управление – система управления направлением движения транспортных средств с помощью рулевого колеса, основным назначением которого является обеспечение поворота и поддержание заданного водителем направления движения.

Конструкторы всего мира в разное время постоянно разрабатывали агрегаты и узлы рулевого управления. Немецкий инженер Г. Даймлер (1886 г.) сконструировал самоходный аппарат, похожий на карету, а его коллега В. Майбах на эту повозку установил двигатель внутреннего сгорания. Автоконструктор К. Бенц (1893 г.) доработал систему рулевого управления, создав рулевую трапецию, позволявшую поворачивать ведущие колеса по разновеликим радиусам. Автогонщик А. Вашеро (1894 г.) придумал первый круглый руль на автомобиле Panhard 4hp. Благодаря всем этим агрегатам в наши дни рулевое управление стало простым и удобным.

Основная причина дорожно-транспортных происшествий – неисправность рулевого управления. Травмобезопасное рулевое управление является одним из конструктивных мероприятий, обеспечивающих пассивную безопасность автомобиля, возможность уменьшать тяжесть последствий дорожно-транспортных происшествий. Основное требование к травмобезопасным рулевым механизмам – поглощение энергии удара, и, следовательно, снижения усилия, наносящего травму водителю. Их совершенствование способствует повышению безопасности вождения, надежности, улучшению удобства и комфорта в управлении, что значительно может снизить аварийные ситуации на дорогах.

### *Литература*

1. Чайковский И.П., Саломатие П.А. Рулевые управления автомобилей. – М.: Машиностроение, 1987. –176 с.

**ВЛИЯНИЕ МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОЙ ОТРАСЛИ  
НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ**

Студентка гр. 102031-19 Белько В.В.

*Научный руководитель – ст. преподаватель Толстик И.В.*

Машиностроение – отрасль тяжёлой промышленности, производящая всевозможные машины, орудия, приборы, а также предметы потребления и продукцию оборонного назначения. Машиностроительные предприятия являются основными источниками загрязнения окружающей среды. На предприятиях имеются основные и обеспечивающие технологические процессы, а также производства с весьма высоким уровнем загрязнения окружающей среды. К ним относятся металлообработка конструкций и отдельных деталей, литейное, сварочное, гальваническое и лакокрасочное производства.

Наиболее экологически опасными являются литейное и гальваническое производство, так как в атмосферу попадают оксиды азота и углерода, оксид и двуокись серы, а также пыль, аммиак, фенол, формальдегид и цианид. Твёрдые отходы, которые образуются при производстве, после накопления на территории завода смешиваются с другими отходами, попадают в почву и, к сожалению, выбрасываются в сточные воды. В них попадают нефтепродукты, образующиеся из смазочно-охлаждающих жидкостей и растворов обезжиривания, ионы тяжелых металлов из гальванических производств, неорганические кислоты и щелочи, поверхностно-активные вещества.

Машиностроительный комплекс и производства оборонных отраслей промышленности являются потенциальными загрязнителями окружающей среды. Проблема минимизации экологического ущерба машиностроительных предприятий может решаться за счет переработки твёрдых отходов, введения оборотного водоснабжения, повышения эффективности очистки выбросов и внедрения экологически чистых и безотходных технологий.

*Литература*

1. Варламова С.И., Варламова И.С., Климов Е.С. Экологическая безопасность и проблемы предприятий машиностроения // Научный журнал «Успехи современного естествознания». – 2005– № 6. – 79 с.

**ЭЛЕКТРОМОБИЛИ КАК АЛЬТЕРНАТИВНАЯ  
ЗАМЕНА АВТОМОБИЛЕЙ С ДВИГАТЕЛЕМ  
ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ**

Студент гр. 103012-19 Каптур Е.Д.

*Научный руководитель – ст. препод. Толстик И.В.*

Многие считают электромобили изобретением последних лет, но в действительности они появились на полвека раньше своих бензиновых аналогов. Первую самодвижущуюся тележку на электрической тяге смастерил венгерский изобретатель Аньош Джедлик еще в далёком 1828 году. Первые электромобили заметно превосходили своих бензиновых собратьев практически по всем параметрам. Они были тише, проще в управлении, ездили быстрее и не грозились поломать руки своему хозяину во время запуска. Электрокарам принадлежат почти все ранние рекорды скорости, и даже знаковую планку в 100 км/ч первым преодолело авто с электрическим мотором. Важно отметить, что цены на электромобили и авто с ДВС в те далёкие времена были примерно одинаковыми.

В США на рубеже XIX и XX столетия приблизительно 38% автомобилей имели электрические моторы, 40% – паровые, и только 22% использовали двигатели внутреннего сгорания. В 2008 году начался выпуск спортивного электромобиля Tesla Roadster, который по своим ходовым качествам не уступал аналогичным авто с ДВС. Это был первый реальный успех Илона Маска – американского изобретателя, инженера. В 2010 году началось серийное производство Nissan LEAF – первого массового автомобиля на электротяге.

Мир меняется, в настоящее время существуют все предпосылки для возрождения электромобилей, но уже на совершенно новом уровне, и которые, конечно, будут доступны рядовым потребителям. Сегодня число моделей электрокаров исчисляется десятками, а общее количество машин с электрическим приводом – миллионами.

*Литература*

1. Basics of Electric Vehicles Design and Function // Volkswagen Group [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [www.VolkswagenGroupofAmerica.com](http://www.VolkswagenGroupofAmerica.com). Дата доступа: 20.04.2020.

## **КАРДАННЫЙ ВАЛ – ВАЖНАЯ ДЕТАЛЬ ТРАНСМИССИИ АВТОМОБИЛЯ**

Курсант гр. 115031-19 Старавойтов В.С.

*Научный руководитель – ст. препод. Толстик И.В.*

История появления карданного вала началась задолго до изобретения автомобиля, а технология соединения элементов карданной передачи, которая позволяет компенсировать угловые и осевые перемещения компонентов относительно друг друга, появилась ещё до изобретения самой передачи. Появление карданного вала связывают с именем итальянского математика, философа и инженера Д. Кардано, который детально описал и даже сделал схему его использования. Стремительное развитие карданной передачи происходило в XX веке. Уже в 30-е годы Citroen использовала сдвоенные шарниры в своих авто благодаря исследованиям французского инженера Ж. Грегуара на предмет возможности применения ШРУСов.

По назначению карданный вал бывает основной – непосредственно отвечающий за раскручивание колёс в автомобиле и вспомогательный – приводящий в движение различные механизмы. Среди типов различают: открытый – самостоятельный, отдельный механизм в машине и закрытый – спрятанный или интегрированный в какой-либо другой элемент авто. Разновидности карданов: универсальные – имеющие возможность компенсировать большие осевые перемещения и простые – без каких-либо подобных ухищрений.

Ни один автомобиль с задним или полным приводом не может обойтись без такой промежуточной, но крайне ответственной детали трансмиссии, которая предназначена для передачи вращения от КПП к редуктору передней или задней оси автомобиля. Карданный вал является достаточно надёжным узлом автомобиля, созданный с учётом высоких нагрузок он отлично справляется со своей задачей, разве что имеет достаточно большой вес и габариты.

### *Литература*

1. Гений Джероламо Кардано: Карданная передача / Малаховский Я. Э. Карданные передачи / Я. Э. Малаховский, А. А. Лапин, Н. К. Веденеев. – М.: Машгиз, 1962. – 153 с.

**ТЕХНОЛОГИЯ ОСВОЕНИЯ ТРУДНОДОСТУПНОГО  
ЛЕСОСЕЧНОГО ФОНДА С МИНИМАЛЬНЫМ  
ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ РУЧНОГО ТРУДА**

Студенты гр. 5ЛИД-1 Духовник А.А. (БГТУ),  
гр. 109041-19 Родькин Д.Г.

*Научные руководители – канд. техн. наук, доц. Леонов Е.А.(БГТУ),  
канд. техн. наук, доц. Клоков Д.В.*

Освоение труднодоступного лесосечного фонда Республики Беларусь традиционно связано с высокой себестоимостью и трудоемкостью выполняемых работ, а применяемые технологии разработки лесосек характеризуются ограниченным использованием в данных условиях машинных комплексов «харвестер – форвардер», низкой производительностью труда, значительной долей ручного труда и др.

Задачей предлагаемого способа разработки лесосек является увеличение производительности работ, уменьшение производственного травматизма, повышение культуры производства, снижение негативного влияния колесного движителя на почвогрунты. Способ разработки лесосеки включает разбивку ее территории на доступные и труднодоступные к освоению участки с прокладкой технологических коридоров и трелевочных волоков, к которым примыкает верхний склад с зоной безопасности и подъездным лесовозным путем [1].

Лесосеку разрабатывают в два этапа, причем на первом этапе разрабатывают доступные ее участки полосами шириной равной двойному вылету гидроманипулятора харвестера с применением системы машин харвестер и форвардер, а на втором этапе разрабатывают труднодоступные участки лесосеки с разбивкой их на пасеки шириной 25–30 м перпендикулярно к подъездному лесовозному пути с использованием бензопилы и колесного трелевочного трактора с канатно-чокерной оснасткой при валке деревьев вершиной на волок, трелевкой их за вершину на верхний склад с последующей обработкой харвестером.

*Литература*

1. Способ разработки лесосеки : заявка ВУ а 20180500 / В.А. Симанович, Е.А. Леонов, Д.А. Кононович, С.Е. Арико, С.П. Мохов, С.А. Голякевич, А.А. Духовник. – Подана 04.12.2018.



УДК 630\*

## **ХАРАКТЕРИСТИКА ПРИМЕНЕНИЯ МАШИННЫХ КОМПЛЕКСОВ РАЗЛИЧНЫХ ФОРМ СОБСТВЕННОСТИ**

Студенты гр. 5ЛИД-1 Духовник А.А. (БГТУ),  
гр. 109041-19 Жуевская С.Е.

*Научные руководители – канд. техн. наук, доц. Леонов Е.А.(БГТУ),  
канд. техн. наук, доц. Клоков Д.В.*

Приоритетное направление развития лесного хозяйства Республики Беларусь – выход на самофинансирование. Положительным примером являются достижения государственных лесов Польши, особенность которых в том, что выполнение всех работ, начиная от закладки лесных культур и заканчивая лесозаготовками и очисткой мест рубок, выполняются наемными подрядными организациями, выбираемыми на основании тендера. Целью исследований являлся сравнительный анализ ведения лесозаготовительной деятельности лесопункта ГОЛХУ «Вилейский опытный лесхоз» и частных лесозаготовителей, работающих на услугах. Оценка производственной деятельности рассматриваемых субъектов хозяйствования производилась на основании себестоимости заготовки 1 м<sup>3</sup> древесины многооперационными машинными комплексами производства ОАО «Амкодор». Теоретические исследования показали большую эффективность применения машинных комплексов частных лесозаготовителей в сравнении с комплексами, эксплуатируемыми в условиях лесопункта ГОЛХУ «Вилейский опытный лесхоз». Так, удельная себестоимость заготовки древесины частными лесозаготовителями в зависимости от среднего объема хлыста и среднего расстояния подвозки лесоматериалов в среднем на 6,6–9,4% ниже аналогичного показателя лесопункта лесохозяйственного учреждения.

### *Литература*

1. Леонов, Е.А. Оценка эффективности заготовки древесины машинными комплексами различных форм собственности / Е. А. Леонов, Д. В. Клоков, А. А. Духовник // Лесная инженерия, материаловедение и дизайн : Материалы докладов 84-й научно-технической конференции, посвященной 90-летию юбилею БГТУ и Дню белорусской науки (с международным участием). Отв. за издание И.В. Войтов. 2020. С. 68-70.

## **К ВОПРОСУ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ ТРАКТОРА МТЗ**

Студент гр. 101101-19 Матусевич П.А.

*Научный руководитель – ст. препод. Дорогокупец Т.В.*

Трактора МТЗ в основном используется в сельскохозяйственной промышленности. А это значит в сырости, воде и грязи. Этот фактор и выявил недоработку, которая сильно влияет на работу и производительность тракторов в практической среде. Недоработка находится в устройстве переднего моста и может приводить к заклиниванию поворотного механизма, что в свою очередь не позволяет продолжать движение. Чтобы передний мост исправно функционировал, трактор необходимо периодически ставить на техническое обслуживание. Схема обязательных мероприятий сводится в основном к контролю над уровнем масла, его плановой замене, протяжку креплений и устранению зазоров. Данную проблему, рассмотрим на примере шкворни и гильзы шкворня, техническое обслуживание по устранению масляного голодания которых вне спецмастерской затруднительно. Если учесть ещё, что при простое в межсезонье смазка из трущихся узлов вытекает и имеет место попадание мелкой пыли и грязи, то возможно заклинивание рулевого управления. И это связано именно со шкворнем, который стопорится и не даёт повернуть руль. Предлагается два способа решения данной проблемы: 1) установить для шкворня масленку в доступном положении для водителя или механика, что даст возможность добавить масло самостоятельно при техобслуживании или после простоя; 2) сделать дополнительные технические отверстия с резьбой для выпрессовки, что позволит прочистить шкворню и добавить смазывающую жидкость, а также проинформировать починку непосредственно на месте поломки.

### *Литература*

1. Пуховой, А. А. Руководство по техническому обслуживанию и ремонту тракторов "Беларус" серий 500, 800, 900 / А. А. Пуховой, М. Г. Мелешко, А. И. Бобровник, В. Г. Левков – М.: Машиностроение, 2007. – 440 с.: ил.

**МОТОБЛОК НА ГУСЕНИЧНОМ ХОДУ**

Студент гр. 301061-16 Бобок С.А.

*Научный руководитель – канд. техн. наук, доц. Зелёный П.В.*

Для повышения тягово-сцепных свойств мотоблок оборудуют резиновой армированной гусеницей 1, охватывающей основное ведущее колесо 2 и впереди расположенное дополнительное натяжное колесо 3. От бокового смещения на колесах гусеницу удерживают боковые упоры-ограничители 4, выполненные по ее обоим краям с внутренней стороны. Снаружи гусеница содержит грунтозацепы для обеспечения ее сцепления с грунтом. Натянутое состояние гусеницы обеспечивает рычаг 6, несущий на одном конце упомянутое натяжное колесо 3. Ко второму концу рычага прикреплена пружина растяжения 7, натяжение которой, и, следовательно, самой гусеницы обеспечивает винт 8.

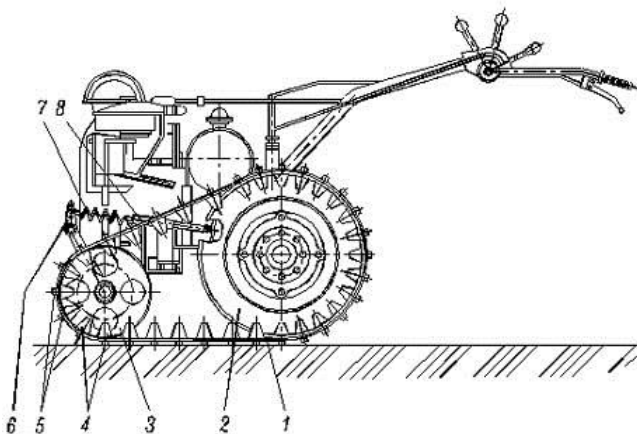


Рисунок 1 – Гусеничный мотоблок

*Литература*

1. Зелёный, П.В. Эластичные гусеницы к мотоблоку «Беларусь» МТЗ-05 / П.В. Зелёный, Ч.И. Жданович, В.П. Бойков // Информационный листок о научно-техническом достижении. Минск. БелНИИ-ИНТИ, 1991. № 91 – 105

## НАКИДНОЕ РЕШЕТЧАТОЕ КОЛЕСО ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ПРОХОДИМОСТИ МОТОБЛОКА

Студент гр. 101091-18 Ракомса К.А.

*Научный руководитель – канд. техн. наук, доц. Зелёный П.В.*

Решетчатое накидное колесо предназначено для расположения внутри него пневматического колеса мотоблока с целью повышения его сцепных свойств с почвой. На рис. 1 изображено пневматическое колесо 1, решетчатый обод 2, несущую полуось 3, ступицу основного колеса 4, поперечины 5 и 7, соединяемые ими обручи 6, спицы 8, ступицу накидного колеса 9, его кривошип 10, поводок 11, связанный с кривошипом осью 12, втулку поводка 13, диск колеса 14, ось кривошипа 15.

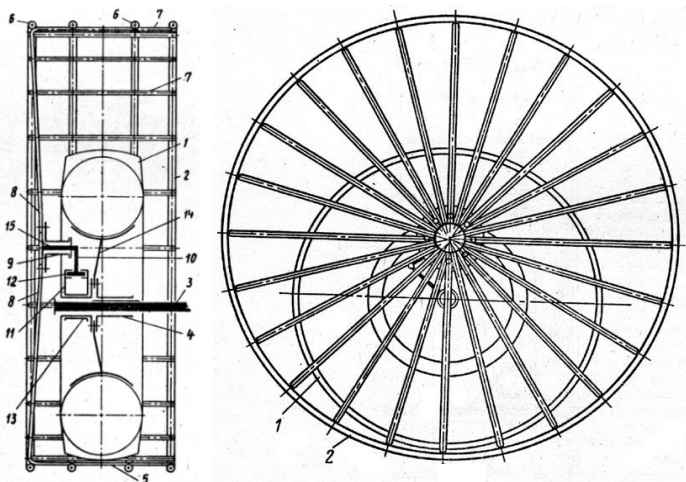


Рисунок 1 – Сменные ободья для мотоблока

### *Литература*

1. Зелёный, П.В. Сменные ободья для повышения проходимости мотоблока «Беларусь» МТЗ-05 / П.В. Зелёный П.В., В.П. Бойков, Ч.И. Жданович // Информационный листок о научно-техническом достижении. Минск, БелНИИНГИ. 1991. № 91–104.

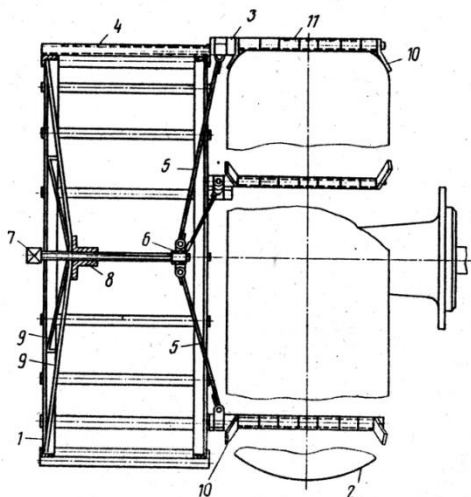
УДК 629.3.032

## ПРИСТАВНОЕ РЕШЕТЧАТОЕ КОЛЕСО ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ПРОХОДИМОСТИ ПНЕВМАТИЧЕСКОГО КОЛЕСА

Студент гр. 101121-18 Журавлев А.С.

*Научный руководитель – канд. техн. наук, доц. Зеленый П.В.*

Приставное колесо 1 крепится к пневматическому колесу 2 посредством кривошипов 3, один конец каждого из которых установлен в трубчатой поперечине 4. Кривошипы поворачивают путем натяжения тросов 5 посредством связанной с ними шайбы 6, винта 7 и гайки 8, установленной на спицах 9 решетчатого колеса. На шине основного колеса 2 приставное колесо удерживается поперечинами 11, несомыми кривошипами 3, и боковыми упорами 10.



Рисунк 1 – Приставное ко-

### *Литература*

1. А.с. 1579795 СССР, МПК В60В 15/26 Уширитель колеса транспортного средства [Текст] / Зелёный П.В., Опейко С.Ф., Бойков В.П., Козловский И.В. (СССР). – 4363455/31-11; заявлено 13.01.88; опубл. 23.07.90, Бюл. № 27.

УДК 629.11.012.325.5(088.8)

## **СДВОЕННЫЙ БОРТОВОЙ РЕДУКТОР ДЛЯ СТАБИЛИЗАЦИИ ПОЛОЖЕНИЯ ТРАКТОРА ВО ВНЕДОРОЖНЫХ УСЛОВИЯХ**

Студент гр. 101091-18 Галушко А.В.

*Научный руководитель – канд. техн. наук, доц. Зеленый П.В.*

Сдвоенный бортовой редуктор состоит из двух частей (рисунок 1). Левая его часть устанавливается на корпусе трансмиссии трактора с возможностью поворота силовым гидравлическим цилиндром. Вторая (правая) его часть



сочленяется с первой также с возможностью поворота. Она связана тягой с корпусом трансмиссии, обеспечивая такую кинематику поворота относительно поворота обеих частей редуктора в противоположных направлениях при повороте первой части, что установленное на выходном валу редуктора колесо трактора перемещается по высоте по практически вертикальной траектории. Такими сдвоенными редукторами оборудуются оба борта пропашного трактора для стабилизации его положения на поперечном склоне за счет перемещения колес по высоте.

Рисунок 1 – Сдвоенный редуктор

1.

### *Литература*

А.с. 745760 СССР, МПК В 62 В 49/08 Бортовой редуктор колесного крутосклонного транспортного средства [Текст] / Ксенович И.П., Гуськов В.В., Зелёный П.В., Яцкевич В.В., Романчик Е.А., Амельченко П.А. (СССР). – 2610592/27-11; заявлено 03.05.78; опубл. 07.07.80. Бюл. 25.

УДК 629.114.2.004.1

## СТАБИЛИЗАЦИЯ ПОЛОЖЕНИЯ ОСТОВА ТРАКТОРНОГО ПОЛУПРИЦЕПА ВО ВНЕДОРОЖНЫХ УСЛОВИЯХ ПЕРЕСЕЧЕННОЙ МЕСТНОСТИ

Студент гр. 101091-18 Кулинич А.А.

*Научный руководитель – канд. техн. наук, доц. Зеленый П.В.*

В условиях пересеченной местности транспортировку грузов осуществляют вдоль горизонталей местности, то есть поперек склона. Это налагает соответствующие требования к поперечной устойчивости транспортного средства, например, буксируемой двухколесной тракторной тележки (полуприцепа), к опрокидыванию. При этом также необходимо обеспечить и сохранность

транспортируемого груза, особенно сыпучего. Это обеспечивается перемещением колес полуприцепа по высоте. А точнее, выдвиганием вниз поочередно нижерасположенного по склону колеса на расстояние, при котором кузов будет сохранять горизонтальное

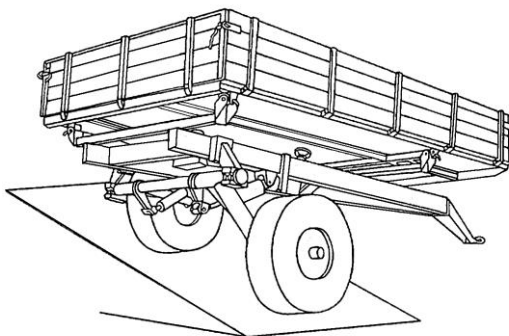


Рисунок 1 – Стабилизация тракторного полуприцепа в поперечной плоскости на наклонной поверхности

положение [1]. С этой целью, полуоси тракторного полуприцепа, несущие колеса, установлены на его раме посредством поворотных рычагов с гидравлическим приводом, управляемым автоматически, от датчика поперечного крена.

### *Литература*

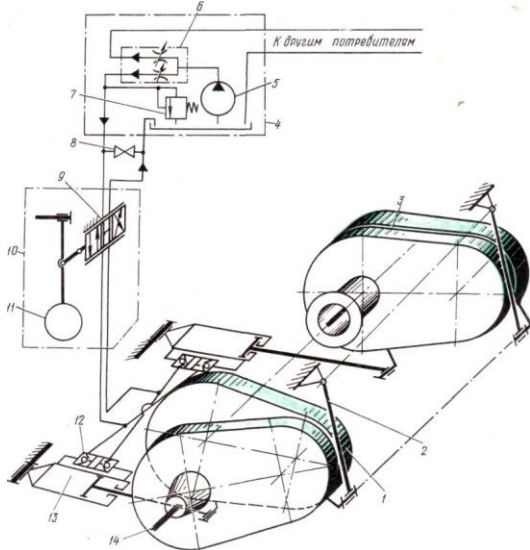
1. А.с. 1235759 СССР, МПК В 60 G 19/10 Саморазгружающаяся тракторная тележка со стабилизацией положения остова [Текст] / Зелёный П.В., Зарецкий В.П. (СССР). – 3830077/27-11; заявлено 25.12.84; опублик. 07.06.86. Бюл. 21.

## СИСТЕМА АВТОМАТИЧЕСКОЙ СТАБИЛИЗАЦИИ ГОРНО-РАВНИННОГО ТРАКТОРА

Студент гр. 301061-16 Бобок С.А.

Научный руководитель – канд. техн. наук, доц. Зелёный П.В.

Система автоматической стабилизации горно-равнинного трактора состоит: 1 и 3 – левый и правый сдвоенные бортовые редукторы заднего моста; 2 – тяга поворота внешних частей редукторов; 4 – гидросистема трактора; 5 – насос; 6 – делитель потока рабочей жидкости; 7 – предохранительный клапан; 8 – кран отключения системы стабилизации; 9 – трехпозиционный распределитель; 10 – автомат-стабилизатор; 11 – маятниковый датчик крена; 12 – гидрозамок; 13 – силовой цилиндр поворота внутренних частей бортовых редукторов; 14 – полуось крепления колеса.



Система стабилизации позволяет удерживать трактор от бокового крена на поперечном склоне при движении вдоль горизонталей местности для повышения его устойчивости.

Система стабилизации

позволяет удерживать трактор от бокового крена на поперечном склоне при движении вдоль горизонталей местности для повышения его устойчивости.

### Литература

1. Зарецкий, В.П. Анализ механизма автоматической стабилизации остова крутосклонного трактора / В.П. Зарецкий, П.В. Зеленый, В.В. Яцкевич / В кн.: Автотракторостроение. Автоматизированные системы управления мобильными машинами. Минск: Вышэйшая школа, 1981, вып. 16, с. 100–103.



## СИСТЕМА АВТОМАТИЧЕСКОЙ СТАБИЛИЗАЦИИ ПОЛОЖЕНИЯ ТРАКТОРНОГО ПОЛУПРИЦЕПА В УСЛОВИЯХ ПЕРЕСЕЧЕННОЙ МЕСТНОСТИ

Студент гр. 101091-18 Кулинич А.А.

Научный руководитель – канд. техн. наук, доц. Зеленый П.В.

Гидросистема (рисунок 1) включает предохранительный клапан 1 для сброса давления, питающий насос 2 и слив 3. Гидрораспределитель 4 направляет поток жидкости через разрывные гидромуфты 5 и обратный клапан 6 к гидрораспределителю 7, управляемому маятником 8. В зависимости от направления крена полуприцепа гидрораспределитель 7 направляет поток жидкости или в силовой цилиндр 9 через гидрозамок 10, или через гидрозамок 11 в силовой цилиндр 12. Указанные силовые цилиндры поворачивают рычаги, несущие левое и правое колеса полуприцепа, то в одну то в другую сторону, обеспечивая тем самым выравнивание горизонтального положения полуприцепа на поперечном склоне. Силовой цилиндр 13 предназначен для опрокидывания грузонесущей платформы полуприцепа.

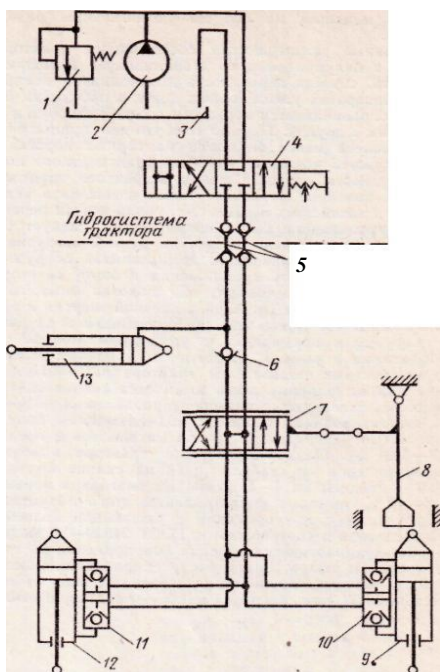


Рисунок 1 – Гидросистема

полуприцепов ППТС-4 горных модификаций / П.В. Зелёный, В.П. Зарецкий / Тракторы и сельхозмашины, 1986, № 7. – С. 19 – 22.

### Литература

1. Зелёный, П.В. Сравнительные испытания тракторных полуприцепов

УДК 629.331.5

## ГУСЕНИЧНЫЙ ВЕЗДЕХОД BENTLEY ULTRATANK

Студент гр. 103012-19 Кривальцевич П.М.

Научный руководитель – препод. Гончаренко О.П.

Питерская команда «AcademeG», создала самый быстрый в мире гусеничный вездеход люкс-класса, используя кузов Bentley Continental GT, турбированный двигатель V8 Toyota UZ мощностью свыше 400 л.с и кастомное гусеничное шасси.

В процессе изготовления и многочисленных испытаний было поставлено много непростых задач, которые были решены: сварено прочное шасси, но не чрезмерно жесткое, установлен трансмиссионный тормоз, проведена и установлена выхлопная труба. От Lexus'а взяты и установлены электронный блок управления и распил дверей.

Изготовленный гусеничный вездеход побил официальный мировой рекорд скорости для гусеничных вездеходов в 110 км/ч и неофициальный в 130 км/ч.



Рисунок 3 – Bentley Ultratank

Спустя некоторое время авторы отправились на Байкал, где официально, был зарегистрирован результат скорости гусеничного транспорта на льду, который составляет на данный момент – 125,6 км/ч.

### *Литература*

1. AcademeG. Bentley [плейлист создания автомобиля] // YouTube – Режим доступа: [www.youtube.com/watch?v=wvvtmDohCSY&list=PLiCpP\\_44QZBwJO5NsC3Im6QBYj\\_JA2kn3&index=8](http://www.youtube.com/watch?v=wvvtmDohCSY&list=PLiCpP_44QZBwJO5NsC3Im6QBYj_JA2kn3&index=8) – Дата доступа: 20.04.2020.

## **ЭФФЕКТИВНОСТЬ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ УСТАНОВОК (ЭУ)**

Студент гр. 106011-19 Шульгат А.

*Научный руководитель – канд. техн. наук, доц. Лешкевич А.Ю.*

Определение экономической эффективности (ЭУ) основывается на сопоставлении расчетных эксплуатационно-экономических результатов монтажа на заданном проекте. Важнейшим этапом экономического обоснования модернизации ЭУ является выбор показателей, которые бы достаточно полно и всесторонне определяли бы ее более высокую эффективность. При экономическом обосновании новой энергетической установки ее эффективность проверяется по целому ряду показателей:

- срок окупаемости и экономия капитальных вложений;
- удельные капитальные вложения на единицу продукции;
- себестоимость транспортировки энергии;
- производительность труда работников электростанций и т.д.

Экономическая эффективность того или иного способа производства электроэнергии зависит, в первую очередь, от спроса на электроэнергию в регионе и наличия ресурсов ее получения. В зависимости от соотношения этих параметров варьируются и отпускные цены на электроэнергию, например, цена электроэнергии в Венесуэле составляет 3 цента за кВтч, а в Дании – 40 центов за кВтч. Генерация электричества – это процесс получения электроэнергии из первичных источников и ее эффективность зависит от вида этого источника: сжигание топлива, атомная или гидроэнергия. Выбор типа электростанции также основывается, в первую очередь, на учете местных потребностей в электроэнергии и колебаниях спроса. Кроме того, все электрические сети имеют различные нагрузки, но электростанции, которые подключены к сети и работают непрерывно, должны обеспечить базовую нагрузку – дневной минимум потребления. С этой задачей могут справиться только крупные тепловые и атомные электростанции, мощность которых регулируется в заданных пределах гораздо проще, чем в гидроэлектростанциях. К ним относятся тепловые (ТЭС), конденсационные (КЭС), использующие топливо или напор воды, теплофикационные (ТЭЦ), а в перспективе – атомные (АЭС).

**СОВРЕМЕННАЯ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКА БЕЛОРУССИИ**

Студент гр. 106011-19 Шульгат А.

*Научный руководитель – канд. техн. наук, доц. Лешкевич А.Ю.*

Современная электроэнергетика Белоруссии представляет собой постоянно развивающийся высокоавтоматизированный комплекс, объединённый общим режимом работы и единым централизованным диспетчерским управлением. Производственный потенциал белорусской энергосистемы представлен 22-мя крупными электростанциями, 25-ю районными котельными, включает почти 7 тыс. км системообразующих, около 250 тыс. км. распределительных линий электропередач высокого напряжения и более 2 тыс. км тепловых сетей. Установленная мощность электростанций по данным Белэнерго составила 9,1 млн. кВт в 2018 году. Основу электроэнергетики Белоруссии составляют тепловые электростанции – конденсационные (ГРЭС – 43,7 %) и теплоэлектроцентрали (ТЭЦ – 56,3 %), вырабатывающие 99,9 % всей электроэнергии. Распределение по регионам представлено на рисунке. Самая крупная ГРЭС Белоруссии – Лукомльская, мощностью 2560 МВт, вырабатывает более 40 % всей электроэнергии, используя природный газ и топочный мазут. К числу крупнейших электрических станций следует отнести также Березовскую ГРЭС (установленная мощность – 930 МВт).

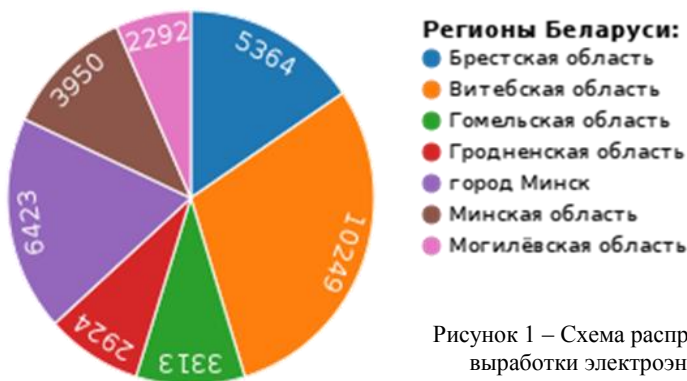


Рисунок 1 – Схема распределения выработки электроэнергии

## ПРИМЕНЕНИЕ ГИБРИДНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ

Студент гр. 107061-19 Пуцикович З.А.

*Научный руководитель – канд. техн. наук, доц. Лешкевич А.Ю.*

Гибридные автомобили, комплексно объединяющие электропривод и бензиновый или дизельный двигатель, стали компромиссным решением таких недостатков электромобилей, как значительная масса аккумуляторов, необходимость их длительной зарядки, недостаточно развитая инфраструктура зарядных станций, малая дальность пробега и неэкологичность ДВС. Основными причинами начала производства легковых гибридов стали рыночный спрос на подобные автомобили, вызванный высокими ценами на нефть, постоянное ужесточение требований к экологичности автомобиля, совершенствование технологий и налоговые льготы производителям или покупателям. Широкому распространению гибридов способствовали следующие преимущества:

- топливный двигатель работает в самом оптимальном режиме, избегая критических нагрузок, чрезмерного расхода ГСМ и быстрого износа деталей самого двигателя и трансмиссии;

- гибридный автомобиль может обойтись без дорогих, громоздких и не всегда надёжных коробки переключения передач, карданных валов и дифференциала угловой скорости вращения поворачиваемых колёс;

- благодаря грамотному перераспределению мощности гибридный автомобиль может быстро разогнаться, и иметь высокую скорость;

- каждое из четырёх колес гибридного автомобиля может иметь свой электродвигатель и поворотный механизм, т.е. мотор-колесо для улучшения его проходимости на бездорожье;

- для подзарядки своего электрического аккумулятора гибридный автомобиль может использовать рекуперативное торможение и свои амортизаторы, вырабатывающие электроэнергию.

Гибрид имеет режим «plug-in hybrid electric vehicle» или PHEV – подключения к электросети, реализующий преимущества электромобиля со значительным пробегом, но под контролем небольшого ДВС.

## ГИДРОПРИВОД В АВИАЦИИ

Студент гр. 10105219 Бандарик Л.К.

*Научный руководитель – канд. техн. наук, доц. Лешкевич А.Ю.*

Гидравлика самолета обеспечивает управление системами и механизмами, определяющими безопасность полета. Надежность, живучесть и долговечность гидросистемы достигается совершенством конструкции агрегатов, многократным резервированием, как источника энергии, так и гидроприводов, автоматизацией управления, контроля работы и информации экипажа. Приводы гидросистемы развивают значительные усилия при мгновенном быстродействии, обеспечивают простую фиксацию промежуточных положений исполнительных механизмов, отвечающих за безопасность полета.

Совершенствование гидросистем отодвинуло на задний план электропривод, позволило стать основной, т.к. они обладают долговечностью, живучестью и надежностью, воспринимают значительные перегрузки там, где электропривод попросту сгорит. Кроме того, суммарный вес и габариты гидросистем составляет всего 10% габаритов и массы электрического привода такого же и назначения.

Гидросистема самолета состоит из двух частей:

- сеть источников давления – аккумулялирование энергии, создание и регулирование рабочего давления, распределение по потребителям;

- сеть потребителей – запуск определенного механизма и в обязательном порядке дублируется, как минимум, дважды.

Например, гидравлическая система современного самолета питает рабочей жидкостью:

- приводы механизации крыла и системы управления стабилизатором и рулями направления и высоты в полете;

- системы управления взлетно-посадочной механизацией крыльев;

- сети выпуска-уборки шасси;

- механизмы поворота колес передней стойки;

- сети управления задним и передним грузолоком;

- сети управления стеклоочистителями;

- сети торможения колес.

**АКТУАЛЬНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ  
ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЕЙ В РАЗЛИЧНЫХ СФЕРАХ**

Студенты гр. 107061-19 Кац А.А., Гайшун А.С.

*Научный руководитель – канд. техн. наук, доц. Лешкевич А.Ю.*

Электродвигатели являются крупнейшими потребителями (до 45%) электроэнергии в мире, в силу ряда своих достоинств и преимуществ используются в самых различных областях: в промышленности, на транспорте, станко-, авиа-, автотракторостроении, на производстве, в быту. При работе электродвигателя не выделяются продукты распада горючих веществ, используемых в качестве топлива. Электропривод, по сравнению с тепловыми двигателями такой же мощности, намного компактнее по габаритам, обладает высокой надежностью. КПД электродвигателей (80–90%) несравнимо больше КПД топливных двигателей внутреннего сгорания (25–40%). Управление электроприводом присущи высокая точность и быстрдействие.

Электродвигатели делятся на двигатели постоянного тока (коллекторные, бесколлекторные, серводвигатели) и переменного (синхронные и асинхронные) тока. Электродвигатели постоянного тока обладают качественными динамическими и эксплуатационными характеристиками, такими, как высокие равномерность вращения и способность к перегрузкам. Электродвигатели переменного тока пользуются более высоким спросом, их чаще применяют в быту и в промышленности, их производство намного дешевле, конструкция, проще и надежнее, а эксплуатация достаточно проста. Практически вся домашняя бытовая техника оборудована электродвигателями переменного тока. Их используют в стиральных машинах, кухонных комбайнах и вытяжных устройствах и т.д. К недостаткам следует отнести сложность регулирования частоты вращения.

Электродвигатели незаменимы в современном мире: насосы, компрессоры, конвейеры, движущая сила других машин, лифты, системы отопления, вентиляторы и кондиционеры, холодильники, персональные компьютеры и ноутбуки (жесткие диски, системы охлаждения) и т.д.

## СУХОЙ ЛЁД

Студент гр. 108071-19 Логвина Е.А.

*Научный руководитель – канд. техн. наук, доц. Лешкевич А.Ю.*

Мы привыкли считать лед одной из форм воды, которую она принимает при низких температурах. Но вещество, которое известно, как сухой лед, не имеет к замерзшей воде никакого отношения.

Это вещество является диоксидом углерода в твердом состоянии. Формула сухого льда, охлажденного до температуры минус 78,46 градусов, полностью идентична формуле углекислого газа  $\text{CO}_2$ , и при 56,6 градусов (тройная точка) моментально превращается в пар, без задержки в жидкой фазе.

Сухой лед – твердое вещество, внешне ничем не отличающееся от настоящего льда, имеет тот же белый цвет, такую же способность охлаждать, с отсутствием запаха. Охлажденный углекислый газ имеет огромный запас низкой температуры, обуславливающий следующие основные области применения:

- охлаждение и заморозка продуктов;
- транспортировка органов и тканей в медицинской сфере, а также сохранение биологических материалов;
- создание визуальных эффектов в виде тумана, медленно ползущего по земле;
- тушение очагов огня углекислотными огнетушителями;
- газировка воды;
- защита от комаров и мошек, летающих на лед;
- проведение интересных экспериментов;
- применение в пневматическом оружии;
- добавление в фарш для быстрого охлаждения.

Физические свойства сухого льда диктуют некоторые меры предосторожности:

- нельзя его помещать в закупоренные емкости в связи с расширением в 800 раз при нормальной температуре;
- необходимо работать в проветриваемых помещениях, не допуская большой концентрации  $\text{CO}_2$ ;
- можно получить местное обморожение, подобное ожогу.



**ШОКОВАЯ ЗАМОРОЗКА**

Студенты гр. 108071-19 Виноград А.В., Лещевская В.С.

*Научный руководитель – канд. техн. наук, доц. Лешкевич А.Ю.*

Людей всегда интересовали способы сохранения пищевых продуктов. Первые консервы появились еще во время военных походов армии Наполеона Бонапарта. Но как достичь длительных способов хранения свежих фруктов, мяса, рыбы и овощей? Несмотря на применение заморозки в кулинарии в течении 150 лет, избежать потери потребительских качеств при использовании традиционных технологий невозможно. Структура ткани, вкус, аромат и содержание полезных веществ – все это в значительной степени нарушается или утрачивается. Технология глубокой заморозки привела к революционным изменениям в кулинарии и торговле продуктами питания. Но процесс популяризации этого метода длится почти 100 лет! В чем же секрет шокового охлаждения?

Вначале на Крайнем Севере использовали шоковое охлаждение низкой температурой (30–40 градусов) при сильном ветре, получая, после нескольких месяцев хранения, высококачественный, долго не портящийся продукт, обладающий всеми качествами свежего улова. Скорость заморозки определялась опытным путем.

Морозильные камеры начала XX века не обеспечивали необходимое интенсивное охлаждение, поэтому появились камеры глубокой заморозки – камеры Бердсая. Внутри агрегатов устанавливали мощные вентиляторы, соединяя намороженный лед с поваренной солью для получения эндотермической реакции. Последующее хранение осуществлялось в обычных морозильниках и рефрижераторах, качество же продукта, все-таки, оставляло желать лучшего.

Лишь в конце XX века, исследуя процесс заморозки, выяснили, что дело в остановке формирования кристаллов льда. Чем быстрее происходит фазовое изменение вещества, тем больше ледяных фракталов (центров кристаллизации) образуется, но тем меньше, на порядок, их размер. Полностью предотвращается механическое повреждение ледяными микроструктурами, приводящее к разрыву тканевых оболочек, уничтожению клеточных структур и попаданию питательных соков в межклеточное пространство.

## **ТЕХНОЛОГИЯ NO FROST**

Студенты гр. 108071-19 Грушевич М.А., Домаренко Е.Н.

*Научный руководитель – канд. техн. наук, доц. Лешкевич А.Ю.*

No-Frost-технология охлаждения с помощью циркулирующего холодного воздуха. Потоки равномерно распределяются по холодильной камере и морозильному отделению, предотвращая появление перепадов температуры. Такая система препятствует образованию наледи: водяные пары не конденсируются и не замерзают, поэтому на стенках не образуется иней. Название системы охлаждения NO FROST переводится, как «без инея», т.к. в морозильной и холодильной камерах с такой системой не образуется лед и иней. За счёт испарения лишней влаги отсутствия инея и льда НОУФРОСТ часто называют «системой сухой заморозки». Действительно, в холодильных камерах этого типа на стенках не образуется налесь, обеспечивая равномерное распределение воздуха, и не возникает зон с резкими перепадами температуры, из-за которых конденсируется и замерзает влага. Нельзя сказать, что налесь не образуется вообще: она возникает за пределами камер и периодически устраняется.

Таким образом, No Frost защищает продукты от промерзания и не обременяет хозяина дополнительными заботами. Принцип работы системы No Frost следующий: испаритель находится за задней стенкой внутри корпуса холодильник или над морозильной камерой, за ним расположены вентиляторы, продувающие испаритель и нагнетающие воздух внутрь камер по специальным каналам. Этим обеспечивается постоянная циркуляция холодного воздуха. Влага в холодильнике не намерзает на стенках, как в капельной системе, а «оседает» на самом холодном участке – испарителе. Периодически компрессор отключается и запускается нагреватель, устраняющий слой инея на компрессоре. Образовавшаяся влага выводится по желобкам в резервуар и быстро испаряется. Уровень влажности в камере в разы меньше, чем у холодильников с «плачущей» стенкой, что замедляет размножение бактерий. Функция «мгновенная заморозка» позволяет за считанные минуты охладить или заморозить большое количество продуктов.

## СОДЕРЖАНИЕ

<b>СЕКЦИЯ «АВТОМОБИЛИ И ТРАКТОРЫ» .....</b>	<b>3</b>
<b>СЕКЦИЯ «ТЕХНИЧЕСКАЯ ЭКСПЛУАТАЦИЯ АВТОМОБИЛЕЙ» ..</b>	<b>50</b>
<b>СЕКЦИЯ «ГИДРОПНЕВМОАВТОМАТИКА И ГИДРОПНЕВМОПРИВОД» .....</b>	<b>63</b>
<b>СЕКЦИЯ «ТРАНСПОРТНЫЕ СИСТЕМЫ И ТЕХНОЛОГИИ» ..</b>	<b>72</b>
<b>СЕКЦИЯ «ЭКОНОМИКА И ЛОГИСТИКА».....</b>	<b>94</b>
<b>СЕКЦИЯ «ИНЖЕНЕРНАЯ ГРАФИКА МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОГО ПРОФИЛЯ».....</b>	<b>141</b>

Научное издание

**НИРС-2020**

Материалы 76-й студенческой  
научно-технической конференции