

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ
Белорусский национальный технический университет

Автотракторный факультет

АВТОТРАКТОРОСТРОЕНИЕ И АВТОМОБИЛЬНЫЙ ТРАНСПОРТ

Сборник научных трудов

В 2 томах

Том 2

Минск
БНТУ
2025

УДК [378+621+625+629+65+744]

ББК 39я43

A22

Редакционно-рецензионная коллегия:

декан автотракторного факультета БНТУ, канд. техн. наук, доцент

С. В. Скирковский (отв. редактор);

доц. каф. «Тракторы», канд. техн. наук, доцент *А. С. Поварехо*;

зав. кафедрой «Тракторы» БНТУ, д-р техн. наук, профессор *В. П. Бойков*;

зав. кафедрой «Экономика и логистика» БНТУ,

д-р экон. наук, профессор *Р. Б. Ивуть*;

зав. кафедрой «Транспортные системы и технологии» БНТУ,

д-р техн. наук, профессор *А. О. Лобашов*;

зав. кафедрой «Техническая эксплуатация автомобилей» БНТУ,

канд. техн. наук, доцент *А. С. Гурский*;

зав. кафедрой «Гидропневмоавтоматика и гидропневмопривод» БНТУ,

канд. техн. наук, доцент *А. В. Захаров*;

зав. кафедрой «Двигатели внутреннего сгорания» БНТУ,

канд. техн. наук, доцент *М. П. Ивандиков*;

зав. кафедрой «Инженерная графика машиностроительного

профиля» БНТУ, канд. техн. наук, доцент *В. А. Коваль*;

доц. кафедры «Автомобили» БНТУ, канд. техн. наук, доцент *Г. А. Дыко*

Сборник составлен на основе представленных авторами результатов научных исследований в рамках хозяйственных договоров, ГПНИ, ГНТП, НИР ППС второй половины дня, а также отобранных редакционной коллегией материалов лучших докладов МНПК «Инновации в автомобилестроении», состоявшейся на автотракторном факультете БНТУ 04–07 июня 2025 года, тематика которых посвящена вопросам проектирования, производства, эксплуатации автомобильного транспорта, тракторов, мобильных систем и комплексов.

УДК [378+621+625+629+65+744]

ББК 39я43

ISBN 978-985-31-0245-1 (Т. 2)

ISBN 978-985-31-0243-7

© Белорусский национальный
технический университет, 2025

**ЭКСПЛУАТАЦИЯ, ОБСЛУЖИВАНИЕ
И РЕМОНТ АВТОМОБИЛЕЙ**

УДК 621.724

**РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ КОНТРОЛЯ СПЛОШНОСТИ
СЛОЯ, НАНОСИМОГО С ПОМОЩЬЮ АДДИТИВНОЙ
ТЕХНОЛОГИИ ВОССТАНОВЛЕНИЯ
ИЛИ УПРОЧНЕНИЯ ДЕТАЛЕЙ**

**DEVELOPMENT OF A SYSTEM FOR MONITORING
THE CONTINUITY OF A LAYER APPLIED USING ADDITIVE
TECHNOLOGY FOR RESTORING OR STRENGTHENING PARTS**

Изоитко В. М., канд. техн. наук, доц.,

Буйкус К. В., канд. техн. наук, доц.,

Белорусский национальный технический университет,

г. Минск, Республика Беларусь

V. Izoitko, Ph. D. in Eng., Ass. Prof.,

K. Buikus, Ph. D. in Eng., Ass. Prof.,

Belarusian National Technical University, Minsk, Republic of Belarus

Предложена система автоматического визуального контроля качества процесса аддитивной технологии восстановления или упрочнения деталей по видеокадрам наплавки.

A system for automatic visual quality control of the additive technology process for restoration or strengthening of parts based on video frames of surfacing is proposed.

Ключевые слова: аддитивные технологии, электродуговая наплавка контроль сплошность.

Keywords: additive technologies, electric arc surfacing, continuity control.

ВВЕДЕНИЕ

Особенностью аддитивной технологии восстановления или упрочнения деталей является многослойность. Однако при нанесении отдельных слоев возможны дефекты в виде разрывов (несплошности), которые накрываются последующими слоями и остаются в покрытии. Для качественного нанесения слоев материала, а также исправления дефектов предыдущего слоя с применением электродуговой наплавки износостойких покрытий необходим контроль сплошности нанесенного материала.

СИСТЕМА АВТОМАТИЧЕСКОГО КОНТРОЛЯ

Для реализации автоматического контроля нами предлагается система, состоящая из видеокамеры, направленных световых лучей, персонального компьютера и программного обеспечения визуализации поверхности обработки детали при наплавке, которая с помощью визуальной топографии обработанной поверхности помогает контролировать процесс наплавки и корректировать его в случае необходимости.

Видеокамера располагается непосредственно за наплавочной головкой. Полученные видеокдры наплавленных валиков обрабатываются на компьютере в режиме реального времени путем исключения фона, повышения контрастности и инверсии и разделяются на три группы: нормальное наплавление, недонаплавленное состояние и перенаплавленное состояние. После отнесения обработанного изображения к одной из вышеприведенных групп системой принимается решение о необходимости корректировки хода перемещения наплавляющей головки. Критериями, по которым полученное изображение относится к той или иной группе, являются сплошность и ширина полученного после наплавки валика.

Нормальное состояние наплавленного валика оценивается наличием непрерывного элемента определенной ширины однородной яркости (рис. 1).

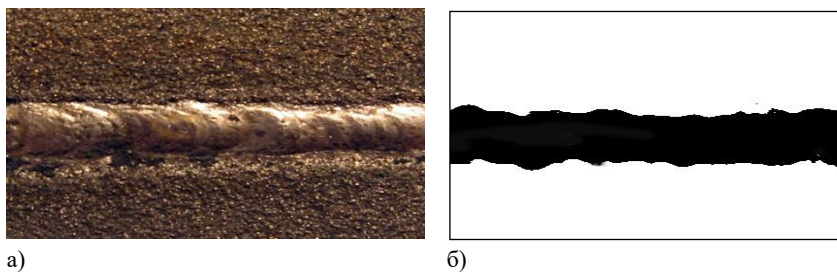


Рисунок 1 – Нормальный ход процесса наплавки:
а – исходное изображение; б – изображение после обработки

Если же валик выглядит рваным на участках разной ширины (рис. 2), то система определяет дефект как несплошность и прини-

мает решение о снижении скорости перемещения наплавляющей головки при установленных скорости подачи проволоки, силе тока и диаметре электрода.

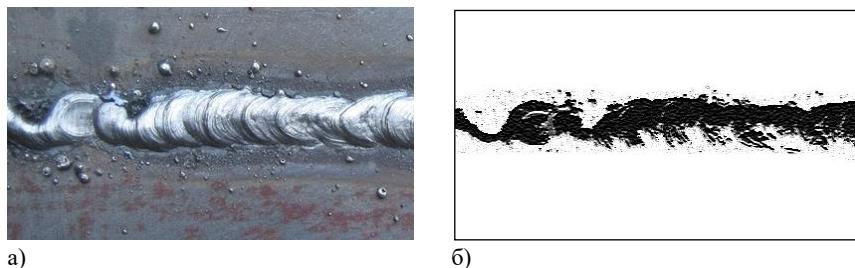


Рисунок 2 – Недоплавленное состояние валика:
а – исходное изображение; *б* – изображение после обработки

Если же на изображении у валика плавно увеличивается ширина (рис. 3), то такое состояние соответствует переходу из нормального в перенаплавленное и система принимает решения об увеличении скорости перемещения наплавляющей головки.

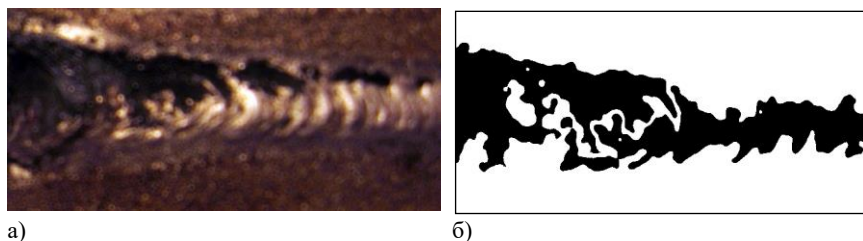


Рисунок 3 – Демонстрация перехода процесса наплавки из нормального состояния в перенаплавленное: *а* – исходное изображение; *б* – изображение после обработки

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В данной работе предложена система автоматического визуального контроля качества процесса аддитивной технологии восстановления или упрочнения деталей по видеокадрам наплавки.

Система способна корректировать параметры режима наплавки в реальном времени и исправлять дефекты предыдущего слоя.

ЛИТЕРАТУРА

1. Емельянова, М. Г. Обнаружение поверхностных дефектов сварных соединений при визуальном контроле методами машинного зрения / М. Г. Емельянова, С. С. Смаилова, О. Е. Бакланова // Компьютерная оптика. – 2023. – №1. – С. 112–117.

2. Гаврилов, А. И. Применение методов сегментации изображений в задачах обнаружения дефектов поверхности сварных соединений / А. И. Гаврилов, А. Тхет // Вестник Московского государственного технического университета им. Н. Э. Баумана. Серия «Приборостроение». – 2014. – № 5. – С. 124–132.

Представлено 04.06.2025

УДК 621.891

ИССЛЕДОВАНИЕ ТРИБОТЕХНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ГАЗОТЕРМИЧЕСКОГО НАПЫЛЕНИЯ ПОКРЫТИЙ НА ШЕЙКИ КОЛЕНЧАТЫХ ВАЛОВ

RESEACHING OF TRIBOTECHNICAL PROPERTIES OF MATERIALS FOR THERMAL SPRAYING OF COATINGS ON CRANKSHAFT JOINTS

Изоитко В. М., канд. техн. наук, доц.,

Буйкус К. В., канд. техн. наук, доц.,

Белорусский национальный технический университет,

г. Минск, Республика Беларусь

V. Izoitko, Ph. D. in Eng., Ass. Prof.,

K. Buikus, Ph. D. in Eng., Ass. Prof.,

Belarusian National Technical University, Minsk, Republic of Belarus

На основании результатов триботехнических испытаний материалов для газотермического напыления предложены требования к химическому составу исходных материалов для напыления, обеспечивающие высокие предельные значения давления в пятне контакта трибосопряжения до появления задира.

Based on the results of tribological tests of materials for thermal spraying, requirements for the chemical composition of the initial materials for spraying ensuring high limit values of pressure in the contact spot of the tribocoupling before the appearance of scoring are proposed.

Ключевые слова: *шейки коленчатых валов, упрочнение, восстановление, газотермическое напыление, материалы для напыления, давление задира.*

Keywords: *crankshaft journals, hardening, restoration, thermal spraying, spraying materials, scuffing pressure.*

ВВЕДЕНИЕ

Разработка технологии восстановления и упрочнения шеек коленчатых валов ДВС путем газотермического напыления износостойких покрытий из композиционных материалов требует обоснования выбора химического состава исходного материала.

Изнашивание шеек валов ДВС происходит за счет молекулярно-механического и абразивного воздействий. Молекулярно-механическая составляющая существенно увеличивается в момент запуска и остановки двигателя. Сопротивление масляной пленки разрушению уменьшается, а интенсивность изнашивания за счет микроконтактного схватывания поверхностей трения с последующим глубинным вырыванием металла возрастает в десятки и сотни раз.

Для выбора необходимых материалов покрытий проводились комплексные исследования с изучением процессов трения и изнашивания образцов в условиях граничной смазки трибосопряжений.

МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЙ

Лабораторные испытания на изнашивание проводили на установке типа Армслера (машина трения МТ-2). Пальчиковые образцы с покрытиями перемещались по плоской поверхности контртела, изготовленного в виде диска [1].

Перед испытанием на изнашивание для каждого материала покрытия выявляли нагрузку задира образца, наступающую при схватывании поверхностей трения. Нагрузку задира выявляли при скорости скольжения 2,5 м/с, подаче масла 6–7 капель/мин. В процессе испытаний определяли также коэффициент трения покрытий.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Антизадирные свойства напыленных композиционных порошковых материалов иллюстрируются графическими зависимостями на рис. 1.

Крайняя правая точка каждой из кривых на рис. 1 соответствует давлению в пятне контакта, при которой происходит задиры в трибосопряжении.

Эксперименты показали, что задиры покрытия из нихрома (NiCr, где 80 % Ni) происходит при самом низком давлении в пятне контакта. Это объясняется невысокой его твердостью.

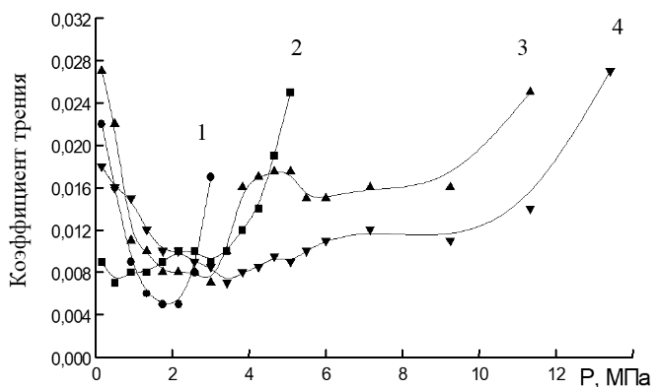


Рисунок 1 – Зависимость коэффициент трения от давления в пятне контакта покрытий из напыленных порошков:

1 – NiCr; 2 – механическая смесь NiCr-Fe + 50 % SiC;

3 – композиция NiCr-Fe + 50 % Cr₃C₂; 4 – композиция NiCr-Fe + 80 % Cr₃C₂

Добавки карбидов кремния и хрома увеличивают твердость и нагрузку задира покрытий. При этом наиболее эффективно плазменное напыление композиционных порошковых материалов NiCr-Fe + 50 % Cr₃C₂ и NiCr-Fe + 80 % Cr₃C₂, которые обеспечивают достаточно равномерное распределение в покрытиях карбидной фазы.

В условиях граничного трения покрытия из NiCr-Fe + 50 % Cr₃C₂ и NiCr-Fe + 80 % Cr₃C₂ эффективно сопротивляются процессам молекулярно-механического изнашивания и разрушения поверхностей

трения за счет микроконтактного схватывания. При этом повышенная твердость указанных покрытий и их состав (наличие хрома, марганца) дают основание полагать, что они также износостойки в условиях абразивных воздействий. Положительное влияние хрома и марганца базируется на следующих предпосылках.

Абразивные частицы изменяют структуру поверхностного слоя защитного покрытия, воздействуя на него посредством царапания, микрорезания и выглаживания. Пластическая деформация, накапливаясь, приводит к упрочнению поверхностного слоя. Таким образом, устойчивость покрытия к абразивному изнашиванию тесно связана с его способностью к упрочнению. Авторы [2] считают, что упрочнение является также результатом аустенитно-мартенситных превращений.

Хром и марганец непосредственно влияют на рост центров образования мартенсита в результате пластической деформации, снижая энергию дефектов, что обеспечивает более полное протекание аустенитно-мартенситных превращений и повышает склонность покрытия к упрочнению при абразивном воздействии и накоплении пластической деформации, а, значит, приводит к увеличению сопротивляемости покрытия абразивному изнашиванию.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Химический состав порошка для газотермического напыления покрытий на шейки коленчатых валов при их восстановлении и упрочнении должен содержать следующие элементы:

- для повышения твердости покрытий – Cr, В, С;
- для обеспечения упрочнения за счет пластической деформации – Cr, Mn.

ЛИТЕРАТУРА

1. Механизм формирования и изнашивания композиционных покрытий, полученных газотермическим распылением на подложку механически активированных частиц-агломератов (NiCrBSi-Ti-C)/(NiCrBSi-Ti-C-SiC) / А. Ф. Ильющенко [и др.] // Республиканский межведомственный сборник научных трудов «Порошковая металлургия». – 2024. – Выпуск 47. – С. 219–226.

2. Сопротивляемость абразивному изнашиванию сплавов со структурой метастабильного аустенита в зависимости от их химического состава / В. С. Попов, Н. Н. Брыков, М. И. Андрущенко [и др.] // Трение и износ. – 1991. – Т. 12. – № 3. – С. 164–170.

Представлено 04.06.2025

УДК 629.114.2

ИЗМЕРЕНИЕ СКОРОСТИ ЧАСТИЦ В ПОТОКЕ ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНОГО ГАЗА

MEASURING THE PARTICLE VELOCITY IN A HIGH-TEMPERATURE GAS FLOW

Изоитко В. М., канд. техн. наук, доц.,

Буйкус К. В., канд. техн. наук, доц.,

Белорусский национальный технический университет,

г. Минск, Республика Беларусь

V. Izoitko, Ph. D. in Eng., Ass. Prof.,

K. Buikus, Ph. D. in Eng., Ass. Prof.,

Belarusian National Technical University, Minsk, Republic of Belarus

Предложен метод определения средней по сечению плазменного потока скорости частиц при напылении любых материалов и на любых режимах.

A method is proposed for determining the particle velocity averaged over the cross section of the plasma flow during deposition of any materials and in any modes.

Ключевые слова: высокотемпературный газ, скорость частицы, напыление.

Keywords: high-temperature gas, particle velocity, spraying.

ВВЕДЕНИЕ

Качество газотермических покрытий в значительной степени зависит от скорости движения наносимых частиц. Расчет этой характе-

ристики представляет большие трудности из-за чрезвычайно сложного характера взаимодействия между частицами и потоком газа высокой температуры. По этой причине для непосредственного измерения скорости частицу, а также для проверки математических моделей скорости частиц применяют экспериментальные методы.

ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Существующий стробоскопический способ [1] позволяет определять скорость частиц только на внешней поверхности струи.

В данной статье предлагается метод измерения скорости частиц, который в принципе похож на метод вращающихся дисков [2], но отличается от него некоторыми важными деталями: во-первых, скорость частиц может быть измерена одновременно по всей площади сечения газовой струи, и, во-вторых, простота проведения эксперимента и обработки полученных данных.

Напыление проводили плазменной струей порошок FCT-50 (состав Fe – основа 50 % TiC). Плазмообразующими газами являются аргон и смесь аргона с азотом.

Измерительный прибор (рис. 1) состоит из поворотной разъемной втулки 2 и вставленного в него гибкого экрана 5, покрытого антиадгезионным составом. Маскирующие шаблоны 3 и 4, располагаемые под прямым углом к направлению движения газофазной струи, создают узкий пучок летящих частиц из всего потока, выходящего из сопла плазмотрона 1.

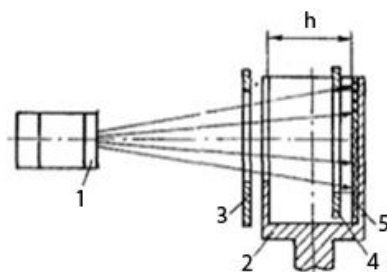


Рисунок 1 – Схематическое изображение прибора для измерения скорости частиц

Непосредственно перед измерением прорези в шаблонах 3 и 4 и паз во втулке 2 совмещались и наносили контрольное покрытие прямоугольной формы.

В процессе напыления частицы проходили через шаблон 3, паз вращающейся втулки 2, шаблон 4 и попадали на экран 5 со смещением относительно контрольного покрытия.

Измерение величины этого смещения и линейной скорости вращения втулки 2 позволяет определять среднюю скорость частиц по сечению плазменного потока (вблизи подложки) на экране 5 V_x , м/с, по формуле

$$V_x = \frac{V \cdot h}{60 \cdot c},$$

где V – линейная скорость вращения втулки 2, м/с;

h – расстояние от паза до покрытия внутри втулки 2, м;

c – смещение пятна наносимых частиц, м.

Поскольку скорость частиц в плоскости поперечного сечения плазменной струи изменяется, передняя кромка покрытия, нанесенного на вращающийся экран, имеет форму дуги с наименьшим смещением по оси плазменного потока. Скорость частиц, образующих контур покрытия, является максимумом, а следовательно, и для усреднения результатов измерений конечные точки длин смещений были выбраны в тех зонах покрытия, где плотность осаждения частиц была максимальной.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ

Наибольшая скорость была достигнута частицами вдоль оси плазменной струи (рис. 2).

По мере ослабления потока в радиальном направлении в результате интенсивного смешивания с окружающей атмосферой скорость частиц резко падала. Этот феномен наблюдался во всех наших экспериментах.

С увеличением мощности дугового разряда скорость выхода плазменной струи и, следовательно, скорость частиц росла.

Было обнаружено, что выраженное влияние на скорость частиц порошка FCT-50 оказывает процентное соотношение аргона и азота в плазмообразующей смеси.

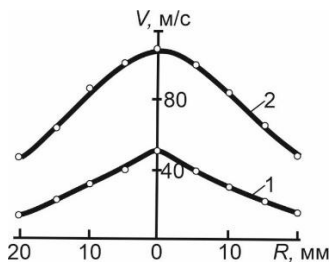


Рисунок 2 – Изменение скорости частиц по сечению струи:
 1 – плазмообразующий газ Ag, напряжение дуги 30 В;
 2 – плазмообразующий газ Ag + 20 % N₂, напряжение дуги 55 В

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Предложенный метод измерения скорости частиц позволяет определять среднюю по сечению плазменного потока скорость частиц для всех материалов и при всех параметрах процесса напыления, а в процессе напыления позволяет регулировать скорость частиц в зависимости от условий напыления.

ЛИТЕРАТУРА

1. Методы контроля температуры и скорости частиц конденсированной фазы в процессе плазменно-дугового напыления / М. П. Бороненко [и др.] // Фундаментальные исследования. – 2013. – № 10-6. – С. 1194–1199.
2. Гуляев, П. Ю. Автоматизация контроля теплофизических параметров в технологиях детонационного напыления / П. Ю. Гуляев, А. В. Долматов // Системы управления и информационные технологии. – 2009. – № 12 (35). – С. 230–233.

Представлено 23.06.2025

УДК 621.724

**ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ ПОКРЫТИЙ, ПОЛУЧЕННЫХ
ВЫСОКОСКОРОСТНЫМ ГАЗОПЛАМЕННЫМ
НАПЫЛЕНИЕМ С МЕХАНИЧЕСКОЙ АКТИВАЦИЕЙ СЛОЕВ**

**INVESTIGATION OF THE PROPERTIES OF COATINGS
OBTAINED BY HIGH-SPEED FLAME SPRAYING
WITH MECHANICAL ACTIVATION OF LAYERS**

Изоитко В. М., канд. техн. наук, доц.,

Буйкус К. В., канд. техн. наук, доц.,

Белорусский национальный технический университет,

г. Минск, Республика Беларусь

V. Izoitko, Ph. D. in Eng., Ass. Prof.,

K. Buikus, Ph. D. in Eng., Ass. Prof.,

Belarusian National Technical University, Minsk, Republic of Belarus

Твердосплавные покрытия, нанесенные методом высокоскоростного газопламенного напыления (далее – ВСГПН), отличаются высокой твердостью, низкой пористостью и хорошей износостойкостью по сравнению с другими технологиями термического напыления. Однако для многих технических применений пластичность и сопротивление усталости являются наиболее важными свойствами материала. При использовании метода ВСГПН на эти свойства влияет множество граничных условий. В этой статье показано влияние механической активации слоев и различных параметров напыления на сопротивление усталости покрытий, нанесенных ВСГПН.

Carbide coatings applied by high-speed flame spraying (hereinafter referred to as VSHPN) are characterized by high hardness, low porosity and good wear resistance compared to other thermal spraying technologies. However, for many technical applications, ductility and fatigue resistance are the most important properties of a material. When using the VSHPN method, these properties are influenced by a variety of boundary conditions. This article shows the effect of mechanical activation of layers and various deposition parameters on the fatigue resistance of coatings applied with high-strength coatings.

Ключевые слова: усталостная прочность, высокоскоростное газопламенное напыление, параметризация, остаточное напряжение, процесс напыления, шероховатость поверхности.

Keywords: fatigue strength, high-speed flame spraying, parameterization, residual stress, spraying process, surface roughness.

ВВЕДЕНИЕ

Покрытия, полученные методом ВСГПН, обладают следующими преимуществами:

- высокая скорость частиц обеспечивает плотное покрытие с уровнем пористости менее 1 % и высокой прочностью сцепления более 80 МПа;
- покрытия имеют низкую шероховатость поверхности;
- термические изменения в материале покрытия незначительны по сравнению с плазменным напылением.

Газотермические покрытия обычно используются для защиты рабочих поверхностей деталей от изнашивания и коррозии, а также для восстановления поверхностей. Их долговечность в основном ограничена коррозией или износом. При газотермическом напылении поверхностей деталей машин должно также учитываться эксплуатационные требования, такие как усталостные напряжения. Известно, что на максимальный предел выносливости деталей с газотермическим покрытием влияет метод подготовки поверхности перед процессом напыления. Информация о механической прочности покрытий также важна при их использовании в легких конструкциях.

1 ПРЕДВАРИТЕЛЬНАЯ ТЕОРИЯ

На свойства покрытий (химический состав; пористость; размеры пор; твердость; адгезионная и когезионная прочность; шероховатость; толщина; остаточные напряжения) при газотермическом напылении влияют первичные параметры, связанные с оборудованием (химический состав, размеры, форма напыляемых материалов; вид, расход, давление смеси горючего газа и кислорода; вид, расход, давление транспортирующего газа; тип и размеры сопла), и вторичные, связанные с поверхностью и формой детали (дистанция напыления; условия охлаждения; условия предварительного нагрева; частота вращения детали; скорость продольного перемещения пистолета; вид механической подготовки поверхности).

2 ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ

2.1 МЕТОДОЛОГИЯ

Основные параметры режима высокоскоростного газопламенного напыления карбидных покрытий приведены в табл. 1.

Таблица 1 – Значения параметров для напыления карбидных покрытий

Параметр	Значение
Расход горючего газа C_3H_8 , л/мин	40–60
Расход кислорода, л/мин	350–420
Расход транспортирующего газа N_2 , л/мин	20–30
Расход порошка, г/мин.	25–40
Окружная скорость поверхности детали, м/мин	40–100
Продольная подача пистолета, мм/об.	4–6
Дистанция напыления, мм	200–250

Графики усталостной прочности были получены при испытании на усталостный изгиб 12 образцов с покрытием с обеих сторон толщиной 0,2 мм на пластине с поперечным сечением $10 \times 0,25$ мм. Эти измерения предполагают, что остаточное напряжение является функцией химического состава сплава покрытия, а не формы или геометрии, которые поддерживаются постоянными. Подложками для покрытий служили алюминиевый сплав (АМг 3) и конструкционную сталь (Сталь 35).

2.2 ИСПЫТАНИЯ НА УСТАЛОСТНУЮ ПРОЧНОСТЬ

Основная цель этого исследования состояла в том, чтобы выявить основную связь между параметрами напыления и усталостной прочностью, чтобы оптимизировать сопротивление усталости материала подложки. При циклическом напряжении остаточное напряжение является важным фактором, определяющим максимальную деформацию.

Что касается зависимости остаточного напряжения от формы детали, параметры напыления можно сравнивать только в том случае, если эти параметры были получены из экспериментов с постоянными граничными условиями. Поэтому в каждом эксперименте варьировался только один параметр.

Определение усталостной прочности требует большого количества образцов, обычно не менее 40. Первые эксперименты не показали существенных различий в максимальном количестве циклов

при одном и том же напряжении между деталями с покрытием и без покрытия.

Диаграмма усталостная прочность – количество циклов исходного материала сравнивалась с диаграммой подложки, чтобы установить любые изменения усталостных свойств, возникшие в результате процесса нанесения покрытия газотермическим напылением.

3 РЕЗУЛЬТАТЫ

Классификация, изложенная в предыдущем разделе, используется в этом разделе для изучения экспериментальных результатов. (рис. 1–2). Опять же, следует упомянуть, что остаточное напряжение зависит от формы компонента; поэтому точное предсказание срока службы технического компонента очень сложно.

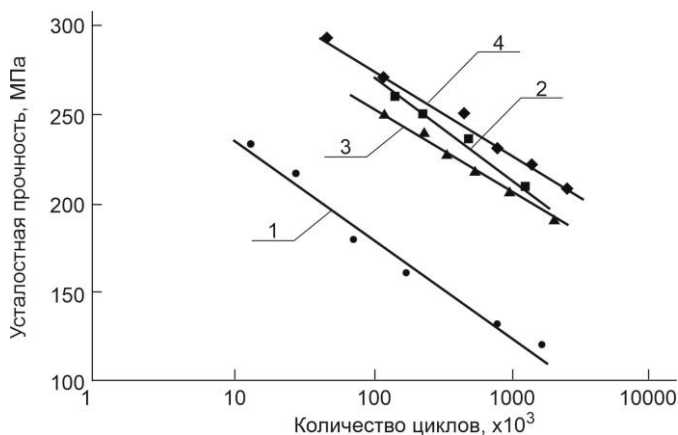


Рисунок 1 – Зависимость усталостной прочности от количества циклов для различных температур подложки:

1 – АМг3; 2 – охлаждение; 3 – без охлаждения и подогрева; 4 – подогрев

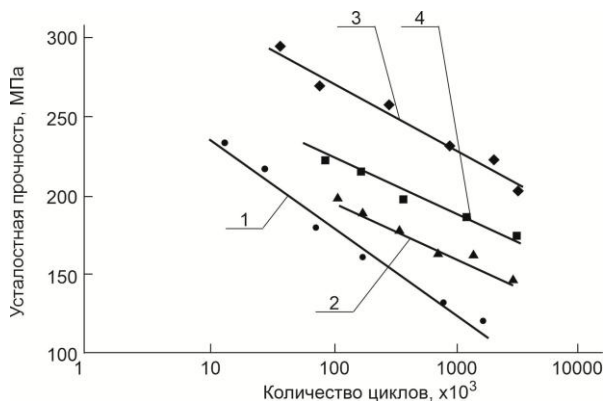


Рисунок 2 – Зависимость усталостной прочности от количества циклов для материала покрытия:

1 – AMr3; 2 – $\text{Cr}_3\text{C}_2\text{-NiCr 75/25}$; 3 – WC-Co 83/17; 4 – WC-CoCr 86/10/4

3.1 ТЕМПЕРАТУРА ПОДЛОЖКИ

В процессе газотермического напыления температура подложки повышается до тех пор, пока не будет достигнуто постоянное значение. При напылении тонкостенных деталей это значение следует контролировать путем охлаждения подложки, поскольку максимальная температура обратно пропорциональна размерам детали. В больших частях тепло рассеивается и рассеивается по поверхности. На стальных и алюминиевых образцах применялись следующие варианты испытаний: охлаждение подложки потоком воздуха, предварительный нагрев подложки и напыление без охлаждения или предварительного нагрева (рис. 1).

Для обоих типов материалов подложки значение усталостной прочности увеличивается с увеличением температуры во время напыления. Распределение остаточных напряжений, вызванное предварительным нагревом, увеличивает предел прочности.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Твердосплавные покрытия, полученные методом высокоскоростного газопламенного напыления, с уровнем пористости менее 1 % ведут себя как однородный материал с фиксированной пластичностью.

Стальные или алюминиевые подложки с газотермическими покрытиями не демонстрируют отрицательных изменений предела выносливости. Для точного расчета предела выносливости или максимальной прочности на растяжение необходимо знать условие остаточного напряжения. Детали машин с покрытием из карбида можно безопасно проектировать, обеспечив условие, при котором максимальное напряжение не превышает предел выносливости материала подложки.

ЛИТЕРАТУРА

1. Балдаев, Л. Х. Газотермическое напыление : учеб, пособие / Л. Х. Балдаев [и др.]. – 2-е изд. – М. : Старая Басманная, 2015. – 539 с.
2. Кузнецов, Ю. А. Инновационные способы газотермического напыления покрытий / Ю. А. Кузнецов, В. В. Гончаренко, К. В. Кулаков. – Орел : Изд-во «ОрелГАУ», 2011. – 124 с.
3. Белоцерковский, М. А. Структурные аномалии в стальных газотермических покрытиях и возможности их использования / М. А. Белоцерковский // Упрочняющие технологии и покрытия. – 2008. – № 10. – С. 39–44.

Представлено 23.06.2025

**ТРАНСПОРТНЫЕ СИСТЕМЫ,
«ЗЕЛЕННЫЕ» ТЕХНОЛОГИИ И МОБИЛЬНОСТЬ**

УДК 656.13

К ВОПРОСУ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПРИОРИТЕТА ДВИЖЕНИЯ ГОРОДСКОГО ПАССАЖИРСКОГО ТРАНСПОРТА

ON THE QUESTION OF ENSURING PRIORITY MOVEMENT URBAN PASSENGER TRANSPORT

Лобашов А. О., д-р техн. наук, проф.,
Семченков С. С., канд. техн. наук, доц.,

Елистратова А. В., студ.,

Белорусский национальный технический университет,

г. Минск, Республика Беларусь

A. Lobashov, Doctor of Technical Sciences, Prof.,

S. Semchenkov, Ph. D. in Eng, Ass. Prof.,

A. Elistratova, Student,

Belarusian National Technical University, Minsk, Republic of Belarus

Рассмотрена классификация современных методов обеспечения приоритета движения городского пассажирского транспорта, определены их преимущества и недостатки. Приведены результаты исследования характеристик движения транспортных потоков на выделенных полосах для движения городского пассажирского транспорта в г. Минске.

The modern methods of ensuring the priority movement urban passenger transport classification is considered. Advantages and disadvantages of this methods are defined. The results of the study characteristics traffic flows movement on dedicated lanes of urban passenger transport in Minsk are presented.

Ключевые слова: транспортные потоки, городской пассажирский транспорт, методы обеспечения приоритета движения, транспортные системы пассажирских перевозок, эффективность движения.

Keywords: traffic flows, urban passenger transport, methods of ensuring traffic priority, passenger transport systems, traffic efficiency.

ВВЕДЕНИЕ

Перегруженность транспортных систем крупных и крупнейших городов избыточными объемами движения является сегодня наиболее острой проблемой. В значительной степени эта проблема обусловлена ростом уровня автомобилизации и высоким удельным весом передвижений на личных автомобилях [1, 2]. В этой ситуации увеличение объемов перевозок на городском пассажирском транспорте (ГПТ) может снизить остроту транспортных проблем в городах. Решение этой задачи предполагает повышение привлекательности ГПТ для жителей городов. Одним из наиболее эффективных направлений повышения привлекательности ГПТ является обеспечение приоритета его движения в городской транспортной сети.

ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

До настоящего времени разработан и применяется целый ряд методов обеспечения приоритета движения ГПТ (рис. 1). Все методы обеспечения приоритета движения ГПТ можно разделить на 4 группы [1, 3, 4]:

- положения правил дорожного движения;
- введение ограничений для других участников дорожного движения;
- введение отдельных фаз регулирования для движения ГПТ на регулируемых перекрестках;
- выделение отдельных полос для движения ГПТ на магистральных улицах.

Выделение отдельных полос для движения ГПТ на магистральных улицах является эффективным и активно развивающимся методом обеспечения приоритета движения ГПТ во многих городах. Однако, визуальные наблюдения показали, что в последнее время возникли определенные проблемы в использовании выделенных полос для ГПТ в городах Республики Беларусь. Эти проблемы связаны с тем, выделенные полосы для ГПТ используют также электромобили (в соответствии с правилами дорожного движения) и нарушители.

Использование выделенных полос для ГПТ другими участниками дорожного движения оказывает определенное отрицательное влияние на скорость сообщения ГПТ.

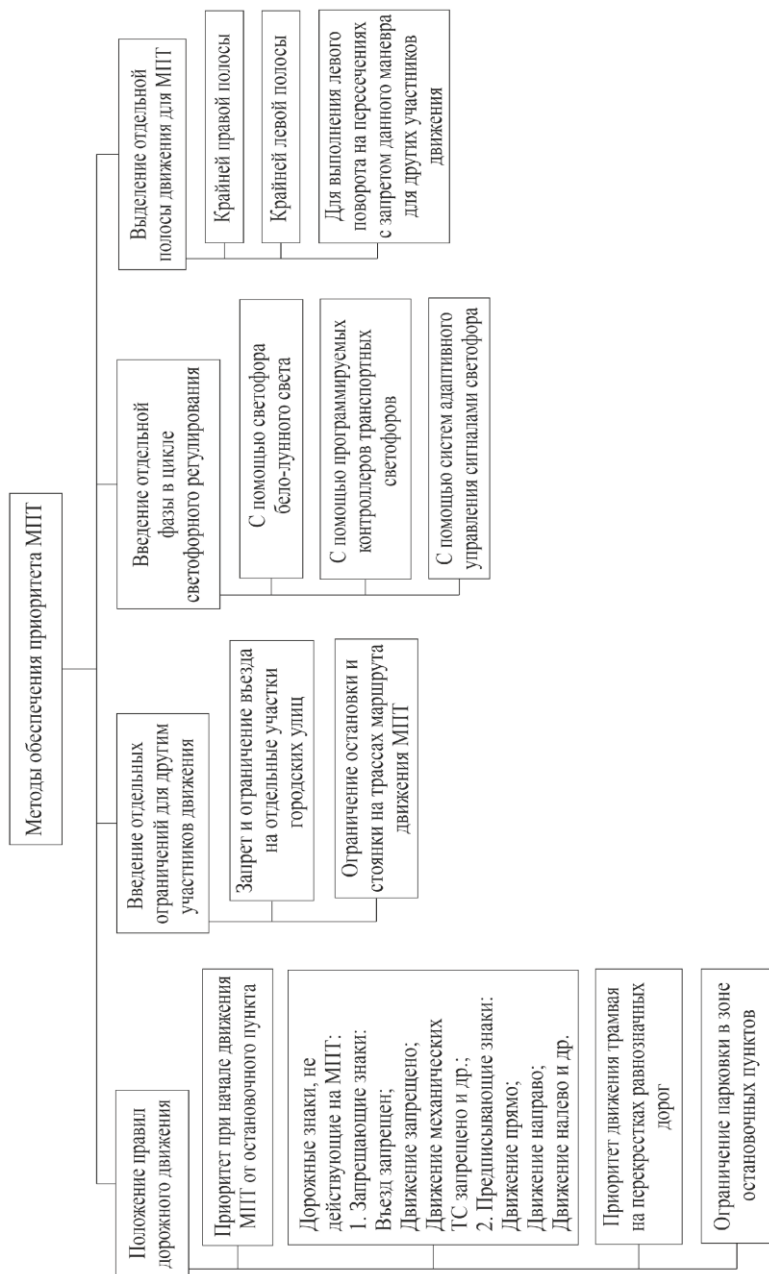


Рисунок 1 – Классификация методов обеспечения приоритета движения МПТ

Для оценки соотношения объемов движения по выделенным полосам для ГПТ различными участниками дорожного движения были проведены натурные исследования. Данные исследования проводились на одной из центральных улиц города Минска – проспекте Независимости в период с 16 до 17 ч будних дней. Результаты исследований приведены на рис. 2.

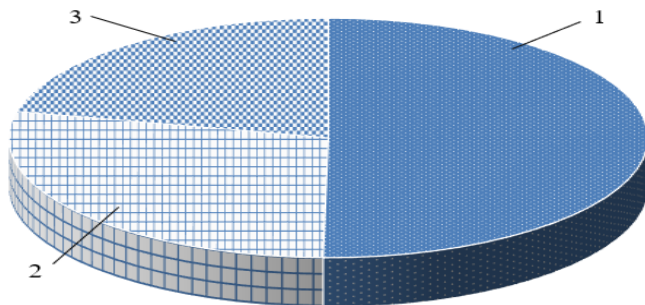


Рисунок 2 – Характеристика интенсивности движения по выделенной полосе для ГПТ:

- 1 – интенсивность движения ГПТ (96 ед./ч);
- 2 – интенсивность движения электромобилей (54 ед./ч);
- 3 – интенсивность движения нарушителей (41 ед./ч)

В ходе исследования фиксировалось количество маршрутных транспортных средств, электромобилей и нарушителей (других участников дорожного движения, не имеющих права движения по выделенным полосам для ГПТ).

Как видно из рис. 2, фактически половину транспортного потока на выделенной полосе для ГПТ составляют другие участники дорожного движения. При этом также возникали конфликтные ситуации между маршрутными транспортными средствами, нарушителями и электромобилями при маневрировании.

Данная проблема возникла в связи с резким ростом электромобилей в Республике Беларусь в последние годы. Согласно официальным данным, количество электромобилей в 2024 г. увеличилось в 3,2 раза. Большая часть электромобилей приходится на г. Минск [5].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Анализ полученных данных показал, что движение электромобилей и нарушителей по выделенной полосе создает помехи и снижает скорость сообщения ГПТ. Это не способствует повышению привлекательности ГПТ.

Можно также сделать вывод, что данная проблема требует более детального изучения с целью совершенствования действующего законодательства и усиления контроля за использованием выделенных полос для ГПТ.

ЛИТЕРАТУРА

1. Establishing Patterns of the Urban Transport Flows Functioning On Urban Network Parameters / D. Burko, O. Lobashov, O. Prasolenko [et al.] // *Transportation Research Procedia*. – 2020. – № 48. – P. 793–800.

2. Лобашов, А.О. Закономерности изменения скорости транспортных потоков в городах / А. О. Лобашов, Д. В. Капский, С. С. Семченков // *Вестник Полоцкого государственного университета. Серия В. Промышленность и прикладные науки*. – 2024. – № 1(49). – С. 67–70.

3. Семченков, С. С. Секторальный метод повышения эффективности маршрутного пассажирского транспорта / С. С. Семченков, Д. В. Капский, А. О. Лобашов // *Мир транспорта и технологических машин*. – 2023. – № 1–2(80). – С. 64–73.

4. Organization of public transport drivers operations by the sectoral method / S. Semtchenkov, A. Lobashov, D. Kapsky, T. Schlosser // *Slovak international scientific journal*. – 2024. – № 81. – P. 24–34.

5. К вопросу о разработке критериев эффективности внедрения приоритета общественного транспорта в крупных городах. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/k-voprosu-o-razrabotke-kriteriev-effektivnosti-vnedreniya-prioriteta-obschestvenno-go-transporta-v-krupnyh-gorodah/viewer> (дата обращения: 25.04.2025).

Представлено 25.06.2025

УДК 656.025

ОПТИМИЗАЦИЯ ГРУЗОПОДЪЕМНОСТИ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ: ОБЩИЕ ПОДХОДЫ И МЕТОДЫ

OPTIMIZATION OF LOAD-LOADING CAPACITY OF VEHICLES: GENERAL APPROACHES AND METHODS

Костюченко Е. Д., ст. преп.,
Белорусский национальный технический университет,
г. Минск, Республика Беларусь
Е. Kostyuchenko, Senior Lecturer,
Belarusian National Technical University, Minsk, Republic of Belarus

В статье рассматриваются общие подходы к определению оптимальной грузоподъемности транспортных средств при организации эффективных перевозок в условиях городской логистики. Особое внимание уделяется влиянию таких факторов, как объем перевозимого груза, протяженность маршрута, дорожные условия, сезонные колебания спроса. Исследования показывают, что с увеличением объема завоза в конкретный пункт сбыта целесообразно использовать ТС большей грузоподъемности, однако рост происходит нелинейно.

The article examines general approaches to determining the optimal carrying capacity of vehicles when organizing efficient transportation in urban logistics. Particular attention is paid to the influence of such factors as the volume of cargo transported, the length of the route, road conditions, and seasonal fluctuations in demand. Research shows that with an increase in the volume of deliveries to a specific point of sale, it is advisable to use vehicles with greater carrying capacity, but the growth is nonlinear.

Ключевые слова: грузоподъемность, оптимизация перевозок, логистика, транспортная эффективность, моделирование.

Keywords: cargo capacity, transportation optimization, logistics, transport efficiency, modeling.

ВВЕДЕНИЕ

Выбор транспортного средства с оптимальной грузоподъемностью – важный этап при организации эффективных перевозок. От этого параметра зависят себестоимость доставки, уровень сервиса, степень использования подвижного состава и общая производительность логистической системы. В современных условиях задача усложняется необходимостью учета стохастичности спроса, сезонных колебаний, особенностей дорожной сети и специфики грузов.

ОПТИМИЗАЦИЯ ГРУЗОПОДЪЕМНОСТИ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ

В работе с сетью пунктов доставки, особенно в городских условиях, ключевым фактором становится объем завоза в конкретный пункт. Исследования показывают, что с увеличением объема поставок в точку сбыта рационально использовать транспортные средства с большей грузоподъемностью.

Однако этот рост происходит нелинейно, поскольку помимо стоимости перевозки необходимо учитывать и другие элементы логистики – например, хранение товара, сроки доставки и ограничения на доступ к определенным участкам дорог.

Для точного определения оптимальной грузоподъемности применяются модели, учитывающие не только транспортные расходы, но и затраты на содержание автопарка, стоимость простоев. Особенно актуальны такие подходы в условиях высокой конкуренции, когда важно минимизировать общие издержки и повысить уровень сервиса [1].

Таким образом грузоподъемность ТС может выбираться с учетом следующих факторов:

Объем и масса перевозимого груза – главный параметр, определяющий минимально необходимую грузоподъемность.

Протяженность маршрута – с увеличением дистанции выгоднее использовать более тяжелые ТС, чтобы минимизировать количество рейсов.

Дорожные и климатические условия – влияют на скорость движения и допустимую нагрузку на ось.

Способ погрузки и разгрузки – механизированные операции позволяют использовать ТС большей грузоподъемности, так как снижают простои.

Сезонные колебания спроса – в периоды повышенного спроса целесообразно задействовать автопарк с большей провозной способностью.

Экономические показатели – включают затраты на эксплуатацию, топливо, амортизацию и простой.

Существует несколько подходов к определению оптимальной грузоподъемности:

1) эмпирический подход – основан на накопленном опыте эксплуатации подвижного состава, применяется в случаях, когда нет возможности провести детальный анализ;

2) моделирование с использованием реальных данных – включает сбор информации о маршрутах, объемах перевозок, времени простоя и других параметрах, после чего строятся зависимости между этими величинами и грузоподъемностью.

Регрессионная модель зависимости оптимальной грузоподъемности от объема завоза [2]:

$$q_{\text{опт}} = 92,78 + 68,05 \cdot \ln(Q_j),$$

где Q_j – объем завоза в j -й пункт сбыта, т;

3) регрессионный анализ – позволяет установить функциональную зависимость оптимальной грузоподъемности от объема завоза, расстояния перевозки и других факторов. Например, исследования показали, что грузоподъемность может быть выражена через логарифмическую зависимость от объема поставки [3].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом определение оптимальной грузоподъемности транспортных средств – это комплексная задача, требующая учета множества факторов. Она не сводится к простому сравнению характеристик автомобилей, а должна базироваться на всестороннем анализе логистической системы, включающем данные о маршрутах, объемах грузов, условиях эксплуатации и экономических показателях. Только такой подход позволяет снизить издержки, повысить эффективность перевозок и обеспечить высокий уровень обслуживания клиентов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Макеев, В. Н. Определение оптимальной грузоподъемности единицы лесовозного подвижного состава / В. Н. Макеев // Лесотехнический журнал. – 2015. – № 4 (16). – С. 97–102.

2. Kush, Y. I. Forming of the method of selecting vehicle optimum load capacity / Y. I. Kush, A. S. Galkin // Научный вестник Национальной академии управления строительством и жилищно-коммунальным хозяйством. – Харьков, 2015. – Вып. 103. – С. 103–109.

3. Naumov, V. Estimating the Vehicles' Number for Servicing a Flow of Requests on Goods Delivery / V. Naumov // Transportation Research Procedia. – 2017. – Vol. 27. – P. 412–419.

Представлено 25.08.2025

УДК 656.13.08

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ АВАРИЙНОСТИ В УСЛОВИЯХ РОСТА АВТОМОБИЛИЗАЦИИ И КЛИМАТИЧЕСКИХ ИЗМЕНЕНИЙ

TRAFFIC ACCIDENT PREDICTION IN THE CONTEXT OF GROWING MOTORIZATION AND CLIMATE CHANGE

Богданович С. В., канд. техн. наук, доц.,
Белорусский национальный технический университет,
г. Минск, Республика Беларусь
S. Bogdanovich, Ph. D. in Eng., Ass. Prof.,
Belarusian National Technical University, Minsk, Republic of Belarus

Рассматриваются современные подходы к прогнозированию дорожно-транспортных происшествий в условиях интенсивной автомобилизации и климатических изменений. Анализируются ограничения традиционных методов и возможности технологий искусственного интеллекта. Предлагаются рекомендации по повышению точности прогностических моделей на основе больших данных и машинного обучения.

Modern approaches to traffic accident prediction under intensive motorization and climate change conditions are examined. Limitations of traditional methods and capabilities of artificial intelligence technologies are analyzed. Recommendations for improving predictive model accuracy based on big data and machine learning are proposed.

Ключевые слова: прогнозирование аварийности, автомобилизация, климатические изменения, искусственный интеллект, машинное обучение, транспортная безопасность.

Keywords: accident prediction, motorization, climate change, artificial intelligence, machine learning, transportation safety.

ВВЕДЕНИЕ

Современная транспортная система сталкивается с многими проблемами, связанными с ростом автомобилизации и усиливающимся воздействием климатических изменений на безопасность дорожного движения. Согласно прогнозам международных организаций, к 2050 году количество автомобилей в мире может удвоиться, что существенно увеличит нагрузку на транспортную инфраструктуру и потребует пересмотра подходов к обеспечению безопасности дорожного движения [1].

Параллельно с процессами автомобилизации наблюдается усиление воздействия климатических факторов на транспортную систему. Учащение экстремальных погодных явлений, изменение температурных режимов и осадков создают дополнительные риски для участников дорожного движения и требуют разработки новых методов прогнозирования и предотвращения дорожно-транспортных происшествий (ДТП).

Традиционные методы прогнозирования аварийности, основанные на статистическом анализе исторических данных, оказываются недостаточно эффективными в условиях динамично изменяющейся транспортной среды. Возникает необходимость в разработке комплексных подходов, способных учитывать множественные факторы риска и адаптироваться к быстро меняющимся условиям эксплуатации транспортной инфраструктуры.

Цель данного исследования заключается в анализе современных подходов к прогнозированию аварийности с учетом влияния роста автомобилизации и климатических изменений, а также в выработке рекомендаций по повышению точности прогностических моделей.

СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ В ПРОГНОЗИРОВАНИИ АВАРИЙНОСТИ И ПУТИ ИХ РЕШЕНИЯ

Интенсивная автомобилизация современного общества создает многослойную систему рисков для безопасности дорожного движения. Увеличение количества транспортных средств приводит к росту сложности транспортных потоков и взаимодействий между участниками движения. Согласно данным международных исследований, плотность транспортного потока и аварийность связаны нелинейной зависимостью, при которой превышение определенных пороговых значений интенсивности движения приводит к резкому увеличению риска ДТП.

Особую озабоченность вызывает прогнозируемое удвоение автомобильного парка к 2050 году, что потребует пересмотра подходов к планированию и эксплуатации транспортной инфраструктуры (табл. 1).

Таблица 1 – Влияние факторов автомобилизации на показатели аварийности

Фактор автомобилизации	Воздействие на аварийность	Прогнозируемое изменение к 2050 г.
Плотность транспортного потока	Увеличение конфликтных ситуаций	+(85–120) %
Время в заторах	Рост агрессивного поведения	+(150–200) %
Сложность маневрирования	Повышение вероятности ошибок	+(60–90) %
Износ инфраструктуры	Ухудшение дорожных условий	+(40–70) %

Источники: составлено автором на основе данных OECD International Transport Forum (2019), European Commission Transport Statistics (2020), US Department of Transportation Federal Highway Administration (2021).

Урбанизация усугубляет данные проблемы, создавая концентрированные зоны повышенного риска в городских агломерациях. Плотность городского трафика и многообразие участников движения – от пешеходов до грузового транспорта – формируют сложную динамическую систему, прогнозирование поведения которой требует применения передовых математических методов и технологий искусственного интеллекта [2].

Климатические изменения оказывают многофакторное воздействие на безопасность дорожного движения. Экстремальные погодные явления, такие как интенсивные ливни, продолжительные снегопады, туманы и ледяные дожди, создают условия значительно повышенного риска для всех категорий участников дорожного движения.

Статистические данные свидетельствуют о том, что в условиях неблагоприятных погодных условий количество дорожно-транспортных происшествий возрастает на 20–30 %, при этом тяжесть последствий также существенно увеличивается [3]. Основными механизмами воздействия погодных условий являются снижение коэффициента сцепления шин с дорожным покрытием, ухудшение видимости, изменение психофизиологического состояния водителей и технических характеристик транспортных средств (рис. 1).

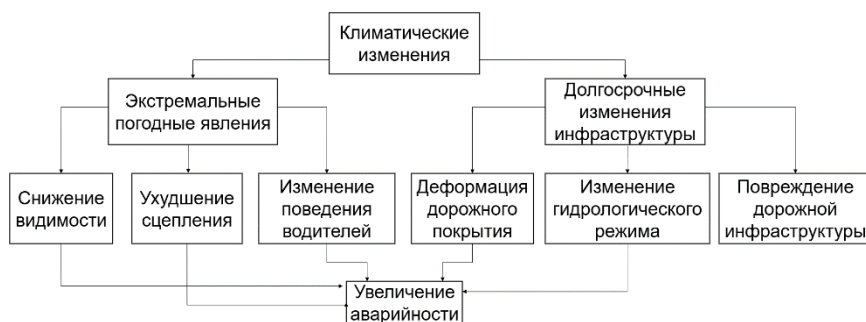


Рисунок 1 – Механизмы воздействия климатических изменений на аварийность дорожного движения

Источник: составлено автором.

Долгосрочные последствия климатических изменений включают ускоренное старение дорожного покрытия вследствие увеличения амплитуды температурных колебаний, повышение риска наводнений и подтоплений транспортной инфраструктуры, а также изменение геотехнических характеристик грунтов основания дорожных конструкций. Эти процессы требуют разработки адаптивных стратегий управления транспортными рисками и создания прогностических моделей, способных учитывать долгосрочную эволюцию климатических условий [4].

Классические методы прогнозирования аварийности базировались преимущественно на статистическом анализе исторических данных о дорожно-транспортных происшествиях. Данный подход предполагал выявление закономерностей в пространственно-временном распределении аварий и экстраполяцию выявленных трендов на будущие периоды.

Статические модели оценки рисков основывались на анализе неизменных характеристик дорожной инфраструктуры, таких как геометрические параметры дорог, качество дорожного покрытия, наличие и состояние технических средств организации дорожного движения, освещенность и другие стационарные факторы. Подобные модели позволяли идентифицировать участки концентрации дорожно-транспортных происшествий и ранжировать их по степени опасности.

Однако традиционные методы обладают существенными ограничениями в условиях современной динамической транспортной среды. Их неспособность учитывать изменчивые факторы, такие как погодные условия, интенсивность и состав транспортного потока, психофизиологическое состояние участников движения, приводит к значительным погрешностям в прогнозах. Кроме того, статические модели не могут адаптироваться к быстро меняющимся условиям эксплуатации транспортной инфраструктуры и появлению новых типов рисков.

Прогресс в области информационных технологий и повсеместное внедрение цифровых систем мониторинга создали принципиально новые возможности для прогнозирования аварийности. Современные подходы базируются на анализе больших данных, получаемых от множественных источников: датчиков транспортных средств, систем видеонаблюдения, метеорологических станций, GPS-трекеров, мобильных приложений и социальных сетей.

Машинное обучение и технологии искусственного интеллекта позволяют выявлять сложные нелинейные зависимости между множественными факторами риска и создавать адаптивные прогностические модели. Алгоритмы глубокого обучения способны обрабатывать разнородные потоки данных в режиме реального времени и генерировать прогнозы с высокой степенью точности и детализации.

Особое значение приобретают интегрированные прогностические модели, объединяющие статические, динамические и прогностические параметры. Примером такого подхода может служить показатель ARSI [5].

Метеорологические условия оказывают многоаспектное воздействие на различные компоненты транспортной системы, создавая каскадные эффекты увеличения аварийности. Снижение видимости в условиях тумана, дождя или снегопада влияет на способность водителей адекватно оценивать дорожную обстановку и принимать своевременные решения. Так, при видимости менее 100 метров риск ДТП возрастает в 3–5 раз по сравнению с нормальными условиями.

Изменение коэффициента сцепления шин с дорожным покрытием в условиях осадков представляет еще более значимый фактор риска. На мокром асфальте коэффициент сцепления снижается до 0,3–0,35, что увеличивает тормозной путь транспортных средств и вероятность потери управления. При наличии снежно-ледяных отложений данный показатель может снижаться до 0,1–0,2, создавая экстремально опасные условия для движения.

Адаптация транспортной инфраструктуры к изменяющимся климатическим условиям требует внедрения интеллектуальных технологий мониторинга и управления. Умные дороги, оснащенные сетью датчиков для непрерывного контроля состояния дорожного покрытия, температуры, влажности и других параметров, позволяют в режиме реального времени отслеживать изменения условий движения и автоматически активировать соответствующие системы безопасности.

Рост автомобилизации требует принципиально новых подходов к управлению транспортными потоками и оптимизации использования существующей инфраструктуры. Заторы оказывают двойственное воздействие на аварийность: с одной стороны, низкие скорости движения снижают тяжесть возможных дорожно-транспортных происшествий, с другой – длительное нахождение в условиях затрудненного движения приводит к повышению уровня стресса водителей и увеличению вероятности агрессивного поведения на дороге.

Психологические исследования показывают, что водители, находящиеся в заторах более 30 минут, демонстрируют значительно более высокий уровень агрессивности и склонности к нарушению пра-

вил дорожного движения. Это проявляется в опасных маневрах, несоблюдении дистанции, превышении скорости при возобновлении движения и других формах рискованного поведения.

Технологические решения для оптимизации транспортных потоков включают интеллектуальные системы управления светофорными объектами, способные адаптироваться к текущей интенсивности движения, системы динамического информирования участников движения о альтернативных маршрутах, а также перспективные технологии координации движения автономных транспортных средств.

Внедрение автономных транспортных средств рассматривается как долгосрочная стратегия кардинального снижения аварийности за счет устранения человеческого фактора, который, согласно статистическим данным, является причиной более 90 % дорожно-транспортных происшествий [6]. Однако переходный период, характеризующийся смешанным движением обычных и автономных транспортных средств, может создавать дополнительные риски, связанные с различиями в алгоритмах принятия решений и стилях вождения.

Повышение точности прогнозирования аварийности требует создания комплексной системы сбора и обработки данных, основанной на технологиях Интернета вещей (IoT). Развертывание сети интеллектуальных датчиков, способных в режиме реального времени мониторить состояние дорожного покрытия, погодные условия, интенсивность и состав транспортного потока, создаст информационную основу для функционирования современных прогностических моделей [7].

Развитие квалификации специалистов в области транспортной безопасности и информационных технологий представляет не менее важную задачу. Внедрение современных технологий прогнозирования требует подготовки кадров, способных эффективно работать с большими данными, алгоритмами машинного обучения и системами искусственного интеллекта. Необходимы специализированные образовательные программы, объединяющие компетенции в области транспорта, информационных технологий и математического моделирования.

Успешная реализация современных подходов к прогнозированию аварийности требует координированных усилий государственных органов, научных организаций и частного бизнеса. Государственная поддержка должна включать финансирование фундаментальных

и прикладных исследований, создание нормативной базы для внедрения новых технологий, а также софинансирование пилотных проектов по апробации инновационных решений.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проведенный анализ современного состояния методов прогнозирования аварийности свидетельствует о необходимости кардинального пересмотра подходов к обеспечению безопасности дорожного движения в условиях интенсивной автомобилизации и нарастающего воздействия климатических изменений. Традиционные методы, основанные на статистическом анализе исторических данных и статических характеристиках инфраструктуры, демонстрируют недостаточную эффективность в динамично изменяющейся транспортной среде.

Современные технологические решения, базирующиеся на анализе больших данных, применении алгоритмов машинного обучения и технологий искусственного интеллекта, открывают принципиально новые возможности для повышения точности прогнозирования и создания адаптивных систем управления транспортными рисками. Интеграция разнородных источников информации – от датчиков состояния дорожного покрытия до социальных сетей – позволяет формировать комплексное представление о факторах, влияющих на безопасность дорожного движения.

Особую значимость приобретает учет долгосрочных трендов климатических изменений и их воздействия на транспортную инфраструктуру. Повышение частоты экстремальных погодных явлений, изменение температурно-влажностного режима и гидрологических условий требуют разработки адаптивных стратегий управления транспортными системами и создания устойчивой инфраструктуры, способной функционировать в условиях климатической неопределенности.

Прогнозируемое удвоение автомобильного парка к 2050 году актуализирует задачи оптимизации использования существующей инфраструктуры и разработки инновационных подходов к управлению транспортными потоками.

Успешная реализация современных подходов к прогнозированию аварийности требует консолидации усилий государственных органов, научного сообщества и частного бизнеса. Создание единых платформ сбора и анализа данных, стандартизация протоколов ин-

формационного обмена, развитие человеческого капитала и международное сотрудничество представляют основные направления деятельности для достижения качественно нового уровня транспортной безопасности.

Перспективы дальнейших исследований включают разработку более совершенных алгоритмов машинного обучения, способных учитывать нелинейные взаимодействия между множественными факторами риска, создание предиктивных моделей долгосрочного воздействия климатических изменений на транспортную инфраструктуру, а также изучение социально-экономических аспектов внедрения современных технологий обеспечения транспортной безопасности.

ЛИТЕРАТУРА

1. World Health Organization. Global status report on road safety 2018. – Geneva : World Health Organization, 2018. – 424 p.

2. Капский, Д. В. Дизайн города и «транспортный» прогресс, обусловленный технологическим сдвигом / Д. В. Капский, С. В. Богданович, С. А. Ляпин // Мир транспорта и технологических машин. – 2024. – № 1–1(84). – С. 119–130.

3. Andrey, J. Long-term trends in weather-related crash risks / J. Andrey // Journal of Transport Geography. – 2010. – Vol. 18, № 2. – P. 247–258.

4. Капский, Д. В. Методология оценки воздействия изменения климата, уязвимости и климатических рисков в транспортной системе в Республике Беларусь / Д. В. Капский, С. В. Богданович, Ю. В. Буртыль. – Мн. : БНТУ, 2022. – 256 с.

5. Капский, Д. В. Интегральный подход к оценке безопасности дорожной инфраструктуры на основе интеллектуальных технологий / Д. В. Капский, С. В. Богданович // Вестник Московского автомобильно-дорожного государственного технического университета (МАДИ). – 2024. – № 4 (79). – С. 74–81.

6. Singh, S. Critical reasons for crashes investigated in the National Motor Vehicle Crash Causation Survey : Traffic Safety Facts Crash Stats : Report No. DOT HS 812 506 / S. Singh. – Washington, DC : National Highway Traffic Safety Administration, 2018.

7. Богданович, С. В. Концепция создания транспортной информационно-сервисной платформы на основе технологии интернета вещей / С. В. Богданович // Автотракторостроение и автомобильный транспорт : сб. науч. тр. : в 2 т. – Мн. : БНТУ, 2022. – Т. 2. – С. 117–120.

Представлено 24.06.2025

УДК 625.7

КОГНИТИВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И БОЛЬШИЕ ДАННЫЕ В ФОРМИРОВАНИИ НОВОГО ПОДХОДА К УПРАВЛЕНИЮ БЕЗОПАСНОСТЬЮ ДОРОЖНО-ТРАНСПОРТНЫХ СИСТЕМ

COGNITIVE TECHNOLOGIES AND BIG DATA
IN THE FORMATION OF A NEW APPROACH TO SAFETY
MANAGEMENT OF ROAD TRANSPORTATION SYSTEMS

Богданович С. В., канд. техн. наук, доц., **Бурова М. Г.**,
Белорусский национальный технический университет,
г. Минск, Республика Беларусь
S. Bogdanovich, Ph. D. in Eng., Ass. Prof., M. Burova,
Belarusian National Technical University, Minsk, Republic of Belarus

В статье обосновывается необходимость формирования новой подхода к управлению рисками в дорожно-транспортных системах (ДТС). Показано, что современные ДТС представляют собой сложные социо-киберфизические системы, характеризующиеся многоуровневыми взаимодействиями между физической инфраструктурой, транспортными потоками, человеческим поведением и цифровыми компонентами. Выявлено противоречие между интегративной природой рисков в таких системах и фрагментарностью существующих подходов к управлению безопасностью. Предложена концепция интегративного управления рисками, основанная на применении когнитивных технологий и архитектур больших данных для проактивного системного управления безопасностью ДТС.

The article substantiates the necessity of forming a new approach to risk management in road transportation systems (RTS). It is shown that modern RTS are complex socio-cyberphysical systems characterized by multilevel interactions between physical infrastructure, traffic flows, human behavior and digital components. The contradiction between the integrative nature of risks in such systems and the fragmentation of existing approaches to security management is revealed. The concept of integrative risk management based on the application of cognitive technologies and big data architectures for proactive systemic safety management of RTS is proposed.

Ключевые слова: *дорожно-транспортная система, социо-киберфизическая система, интегративное управление рисками, когнитивные технологии, большие данные.*

Keywords: *Road transport system, Socio-cyber-physical system, Integrative risk management, Cognitive technologies, Big data.*

ВВЕДЕНИЕ

Дорожно-транспортные системы являются важной инфраструктурой современного общества, обеспечивающей мобильность населения и экономическую активность. По данным Всемирной организации здравоохранения, ежегодно в результате дорожно-транспортных происшествий погибает около 1,19 миллиона человек, а экономические потери составляют до 3 % валового внутреннего продукта большинства стран [1]. При этом традиционные подходы к обеспечению безопасности дорожного движения имеют ограниченную эффективность в условиях возрастающей сложности транспортных систем.

Современные ДТС претерпевают существенные изменения под влиянием процессов цифровизации, автоматизации и урбанизации. Внедрение подключенных и автономных транспортных средств, развитие интеллектуальной транспортной инфраструктуры, появление новых форм мобильности создают качественно новую среду функционирования, в которой традиционные методы управления рисками становятся недостаточными.

Актуальность исследования определяется необходимостью разработки новых теоретических основ и методологических подходов к управлению рисками в ДТС, способных учитывать их системную сложность и обеспечивать проактивное управление безопасностью в условиях динамично изменяющейся транспортной среды.

ОСНОВЫ ПЕРЕХОДА К ИНТЕГРАТИВНОМУ УПРАВЛЕНИЮ РИСКАМИ В ДОРОЖНО-ТРАНСПОРТНЫХ СИСТЕМАХ

Современная дорожно-транспортная система представляет собой сложную социо-киберфизическую систему (СКФС), интегрирующую множество разнородных компонентов и подсистем. В отличие от традиционного представления ДТС как совокупности дорог, транспортных средств и участников движения, современное понимание включает в себя многоуровневую архитектуру взаимодействующих элементов.

На физическом уровне ДТС включает дорожную инфраструктуру, транспортные средства, системы управления движением, энергетическую и коммуникационную инфраструктуру. Киберуровень представлен информационными системами, алгоритмами управления, протоколами обмена данными, системами мониторинга и аналитики. Социальный уровень охватывает поведение участников движения, социальные нормы, институциональные структуры управления и регулирования.

Важнейшей характеристикой ДТС как СКФС является наличие эмерджентных свойств, возникающих в результате взаимодействия компонентов системы. Заторы на дорогах, волны замедления и повторяющиеся аварии – это сложные явления, которые возникают из-за работы всей транспортной системы в целом. Их нельзя понять, если рассматривать только отдельные транспортные средства или водителей. Нелинейность динамики ДТС проявляется в том, что малые изменения в одной части системы могут приводить к непропорционально большим эффектам в других частях. Например, незначительное снижение пропускной способности на одном участке дороги может вызвать каскадные эффекты, приводящие к системным сбоям на обширной территории.

ДТС характеризуется многомасштабностью протекающих процессов. Временные масштабы изменяются от миллисекунд (реакция водителя или системы автоматического управления) до десятилетий (развитие инфраструктуры, изменение транспортного поведения). Пространственные масштабы охватывают диапазон от локальных взаимодействий между транспортными средствами до региональных и глобальных транспортных сетей.

Эта многомасштабность создает особые проблемы при управлении рисками, поскольку требует одновременного учета процессов, протекающих на различных уровнях организации системы и в различных временных горизонтах.

Анализ существующих подходов к управлению рисками в ДТС выявляет их фрагментарность. Традиционно управление безопасностью осуществляется раздельно для различных компонентов системы: отдельно управляется безопасность инфраструктуры (проектирование дорог, установка знаков и ограждений), отдельно – управление транспортными потоками (светофорное регулирование, управление скоростным режимом), отдельно – воздействие на поведение участников движения (образование, правоприменение).

Если рассматривать проблему по частям, то решения часто оказываются неидеальными. То, что помогает в одном аспекте, может ухудшить ситуацию в другом. Например, при расширении дороги увеличится интенсивность и вырастут скорости. Но из-за этого ДТП могут стать более серьезными.

Доминирующие подходы к управлению рисками в ДТС носят преимущественно реактивный характер. Меры безопасности принимаются после анализа уже произошедших инцидентов и аварий. Статистический анализ аварийности, выявление мест концентрации ДТП, корректировка нормативов – все эти инструменты ориентированы на устранение уже проявившихся проблем.

Реактивность управления особенно проблематична в условиях быстрых изменений транспортной среды. Появление новых типов транспортных средств, изменение привычек пользователей, внедрение автоматизированных систем создают новые типы рисков, которыми сложно управлять на основе исторических данных [2].

Существующие методологии управления рисками недостаточно учитывают системные взаимодействия между компонентами ДТС. Риски рассматриваются изолированно, без учета каскадных эффектов и обратных связей. Например, при оценке рисков, связанных с внедрением автономных транспортных средств, часто не учитывается их влияние на поведение других участников движения и возникающие новые типы взаимодействий. Проведенный анализ позволяет сформулировать новую научную проблему: существует противоречие между интегративной, динамичной и нелинейной природой

рисков в современных ДТС и ограниченностью существующих методологий управления, основанных на принципах фрагментарности, реактивности и линейности.

Это противоречие проявляется в неспособности традиционных подходов обеспечить адекватный уровень безопасности в условиях возрастающей сложности транспортных систем. Несмотря на значительные инвестиции в безопасность дорожного движения, темпы снижения аварийности во многих странах замедлились. Разрешение выявленного противоречия требует не просто совершенствования существующих методов, но формирования нового научного подхода к управлению рисками в ДТС. Этот подход должен основываться на принципах системности, проактивности и адаптивности.

Интегративное управление рисками предполагает переход от управления отдельными компонентами к управлению системой в целом, от реагирования на произошедшие события к предвидению и предотвращению рисков, от статических решений к динамической адаптации управляющих воздействий. Управление рисками должно рассматривать систему как целое, а не как набор отдельных частей. Безопасность здесь – это результат слаженной работы всех элементов системы, а не просто их индивидуальных свойств. Основная идея – «пространство рисков». Его можно представить как многомерную карту, где каждая точка показывает, насколько безопасна система в данный момент.

В этом пространстве риски не являются изолированными событиями, но представляют собой траектории эволюции системы. Управление заключается в направлении этих траекторий в области с приемлемым уровнем риска через координированное воздействие на различные компоненты системы.

Реализация интегративного подхода требует применения принципов когнитивного управления, основанных на способности системы к восприятию, пониманию и предвидению. Когнитивная система управления рисками должна обладать следующими основными способностями.

Способность восприятия. Система анализирует дорожную обстановку, собирая данные с разных источников: датчиков на дорогах, подключенных автомобилей и даже смартфонов водителей и пешеходов. На основе этой информации создается виртуальная копия

транспортной системы, которая обновляется в реальном времени – своего рода «цифровой двойник» дорожной сети.

Аналитическая способность. Позволяет выявлять скрытые зависимости в данных, идентифицировать признаки опасных ситуаций, оценивать вероятности различных сценариев развития событий.

Предиктивная способность обеспечивает прогнозирование развития рисков на различных временных горизонтах – от секунд (предотвращение столкновений) до месяцев и лет (планирование инфраструктурных изменений).

Адаптивная способность позволяет системе обучаться на опыте, корректировать модели и стратегии управления в соответствии с изменяющимися условиями функционирования ДТС.

Технологической основой интегративного управления рисками является архитектура больших данных, способная обрабатывать разнородные потоки информации в режиме реального времени. Эта архитектура должна включать следующие компоненты:

- уровень сбора данных интегрирует информацию от всех доступных источников – от традиционных детекторов транспорта до социальных сетей и краудсорсинговых платформ;

- уровень хранения и обработки должен поддерживать как потоковую обработку данных для оперативного реагирования, так и пакетную обработку для глубокого анализа и обучения моделей;

- уровень аналитики и моделирования реализует алгоритмы машинного обучения, статистического анализа, имитационного моделирования;

- уровень принятия решений интегрирует результаты анализа с экспертными знаниями и нормативными ограничениями для выработки управляющих воздействий. Здесь применяются методы многокритериальной оптимизации и теории принятия решений в условиях неопределенности.

Методология синтеза интеллектуальных систем интегративного управления рисками основывается на системном подходе, рассматривающем процесс проектирования как итеративный цикл анализа, синтеза и валидации. Здесь главным является совместное проектирование технических, организационных и социальных компонентов системы.

Процесс начинается с системного анализа существующей ДТС, выявления основных источников рисков, картирования взаимосвязей между компонентами системы. На этом этапе формируется модель

предметной области, определяющая основные сущности, их атрибуты и отношения. Эта модель служит основой для всех последующих этапов проектирования.

Следующим шагом является определение целевой архитектуры системы управления рисками. Перспективным является подход Model-Based Systems Engineering (MBSE), позволяющий формализовать требования к системе и проследить их реализацию на всех уровнях проектирования [3]. Архитектура разрабатывается с учетом принципов модульности, масштабируемости и эволюционного развития. Особое внимание уделяется определению границ системы и интерфейсов взаимодействия с внешней средой: существующими системами управления движением, информационными системами участников движения, органами управления.

Процесс синтеза включает выбор и адаптацию алгоритмических решений, проектирование информационной архитектуры, разработку протоколов взаимодействия компонентов. Применяется принцип разделения ответственности, позволяющий независимо разрабатывать и модифицировать отдельные компоненты системы.

Валидация проектных решений осуществляется через серию симуляционных экспериментов, пилотных внедрений и натурных испытаний. Разрабатывается комплексная методика оценки эффективности системы, включающая как количественные метрики безопасности, так и качественные показатели удобства использования и социальной приемлемости.

Центральным элементом методологии является создание комплексных моделей ДТС, способных воспроизводить динамику рисков на различных уровнях детализации. Применяется многоуровневый подход к моделированию, включающий микроскопические модели взаимодействия отдельных участников движения, мезоскопические модели транспортных потоков и макроскопические модели функционирования транспортной сети.

Разработка алгоритмов управления основывается на методах искусственного интеллекта, адаптированных к специфике задач управления рисками в ДТС. Основными классами алгоритмов являются:

- алгоритмы обнаружения аномалий и предвестников опасных ситуаций, основанные на глубоком обучении и анализе временных рядов;
- алгоритмы прогнозирования эволюции рисков, использующие рекуррентные нейронные сети и методы ансамблевого обучения;

– алгоритмы оптимизации управляющих воздействий, основанные на методах обучения с подкреплением и многоагентной оптимизации.

Важным аспектом методологии является проектирование эффективного человеко-машинного взаимодействия. Интеллектуальная система управления рисками должна функционировать не как «черный ящик», но как партнер человека-оператора, обеспечивая прозрачность принимаемых решений и возможность экспертного вмешательства. Особое внимание уделяется проблеме доверия к автоматизированным системам.

Реализация интегративного управления рисками неизбежно столкнется с рядом технологических сложностей. Обработка больших объемов разнородных данных в реальном времени требует развития новых вычислительных архитектур, способных обеспечить необходимую производительность при приемлемых затратах.

Внедрение интегративного управления рисками требует изменения организационных структур и процессов управления ДТС. Необходима интеграция традиционно разрозненных служб и ведомств, создание новых форм межведомственного взаимодействия и координации.

Социальная приемлемость новых технологий управления представляет отдельную проблему. Вопросы приватности, связанные со сбором и анализом данных о перемещениях, этические аспекты автоматизированного принятия решений, влияющих на безопасность людей, требуют тщательной проработки и общественного диалога.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Современные дорожно-транспортные системы представляют собой сложные социо-киберфизические системы, управление рисками, в которых требует принципиально новых подходов. Выявленное противоречие между интегративной природой рисков и фрагментарностью существующих методов управления обуславливает необходимость формирования новой научной парадигмы – парадигмы интегративного управления рисками.

Предложенная концепция основывается на применении когнитивных технологий и архитектур больших данных для создания интеллектуальных систем управления, способных к проактивному, системному управлению безопасностью ДТС.

Реализация парадигмы интегративного управления рисками требует междисциплинарных усилий, объединяющих достижения в области искусственного интеллекта, теории управления, транспортной инженерии, социальных наук.

Дальнейшие исследования должны быть направлены на детальную проработку предложенных концепций, создание прототипов интеллектуальных систем управления и их апробацию в реальных условиях. Особое внимание следует уделить вопросам масштабирования решений и обеспечения их социальной приемлемости. Формирование новой парадигмы управления рисками в ДТС является не только научной, но и социальной задачей, требующей активного вовлечения всех заинтересованных сторон.

ЛИТЕРАТУРА

1. World Health Organization. Global status report on road safety 2023. – URL: iris.who.int/bitstream/handle/10665/375016/9789240086517-eng.pdf (date of access: 14.06.2025).

2. Капский, Д. В. Влияние дорожной и интеллектуальной транспортной инфраструктуры на безопасность движения: новые подходы к классификации рисков / Д. В. Капский, С. В. Богданович, М. Г. Бурова // Вестник Полоцкого государственного университета. Серия В. Промышленность. Прикладные науки. – № 1. – С. 39–48.

3. Shevchenko, N. An Introduction to Model-Based Systems Engineering (MBSE) / N. Shevchenko // Carnegie Mellon University, Software Engineering Institute's Insights. – (blog), Accessed June 17, 2025.

Представлено 24.06.2025

УДК 625.7

КОНЦЕПТУАЛЬНЫЕ ОСНОВЫ ПРЕДИКТИВНОЙ ОЦЕНКИ РИСКОВ ДТП С ПРИМЕНЕНИЕМ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

CONCEPTUAL FOUNDATIONS FOR PREDICTIVE TRAFFIC ACCIDENT RISK ASSESSMENT USING INTELLIGENT TECHNOLOGIES

Богданович С. В¹, канд. техн. наук, доц., **Чалкин О. Ю²**,

¹Белорусский национальный технический университет,

г. Минск, Республика Беларусь

²Белорусский дорожный научно-исследовательский институт,

г. Минск, Республика Беларусь

S. Bogdanovich¹, Ph. D. in Eng., Ass. Prof., O. Chalkin²,

¹Belarusian National Technical University, Minsk, Republic of Belarus

²Belarusian Road Research Institute, Minsk, Republic of Belarus

Рассматриваются концептуальные основы предиктивной оценки рисков дорожно-транспортных происшествий с применением интеллектуальных технологий. Обосновывается необходимость перехода от ретроспективного к проактивному подходу в управлении безопасностью. Формулируются принципы построения систем предиктивной оценки для пересечений и примыканий дорог.

The conceptual foundations for predictive traffic accident risk assessment using intelligent technologies are examined. The necessity of transitioning from retrospective to proactive safety management approaches is substantiated. Principles for constructing predictive assessment systems for road intersections and junctions are formulated.

Ключевые слова: *предиктивная оценка рисков, дорожно-транспортные происшествия, интеллектуальные транспортные системы, безопасность дорожного движения, машинное обучение.*

Keywords: *predictive risk assessment, traffic accidents, intelligent transportation systems, road safety, machine learning.*

ВВЕДЕНИЕ

Современная дорожно-транспортная инфраструктура характеризуется возрастающей сложностью и интенсивностью движения, что обуславливает необходимость пересмотра традиционных подходов к обеспечению безопасности. Существующие методы оценки рисков дорожно-транспортных происшествий, основанные преимущественно на статистическом анализе произошедших событий, демонстрируют ограниченную эффективность в условиях динамично изменяющихся транспортных потоков и технологических решений.

Развитие интеллектуальных транспортных систем и технологий искусственного интеллекта открывает принципиально новые возможности для прогнозирования и предотвращения дорожно-транспортных происшествий. Переход от реактивного к проактивному управлению безопасностью требует формирования концептуальной основы предиктивной оценки рисков, способной учитывать множественные факторы влияния в режиме реального времени.

Особое внимание в данном контексте заслуживают пересечения и примыкания дорог в одном уровне, которые представляют собой зоны повышенной конфликтности транспортных потоков. Традиционные методы анализа безопасности таких объектов инфраструктуры не позволяют в полной мере учесть динамику изменения условий движения и взаимодействия различных категорий участников дорожного движения.

Целью данного исследования является формулирование концептуальных основ предиктивной оценки рисков ДТП с применением интеллектуальных технологий, определение теоретических принципов построения соответствующих систем и обоснование их преимуществ перед существующими подходами к обеспечению безопасности дорожного движения.

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ И ПРИНЦИПЫ ПОСТРОЕНИЯ СИСТЕМ ПРЕДИКТИВНОЙ ОЦЕНКИ РИСКОВ

Традиционные методы оценки безопасности дорожного движения основаны на анализе статистических данных о произошедших дорожно-транспортных происшествиях, что по своей природе является ретроспективным подходом. Данная методология, несмотря на свою

устоявшуюся практику применения, обладает существенными ограничениями в современных условиях функционирования транспортных систем.

Основным недостатком ретроспективного анализа является его неспособность учитывать динамически изменяющиеся условия движения и оперативно реагировать на возникающие угрозы безопасности [1]. Современные транспортные потоки характеризуются высокой степенью неопределенности, обусловленной множественными факторами: метеорологическими условиями, интенсивностью движения, техническим состоянием транспортных средств, поведенческими особенностями водителей.

Предиктивный подход к оценке рисков ДТП представляет собой методологию прогнозирования вероятности возникновения дорожно-транспортных происшествий, на основе анализа текущих и прогнозируемых условий движения с использованием алгоритмов машинного обучения и искусственного интеллекта. В отличие от традиционных статистических методов, предиктивная оценка позволяет осуществлять непрерывный мониторинг факторов риска и формировать упреждающие управленческие воздействия.

Предиктивный риск ДТП определяется как динамически изменяющаяся вероятностная характеристика возникновения дорожно-транспортного происшествия в конкретном пространственно-временном интервале, рассчитываемая на основе комплексного анализа текущих параметров транспортного потока, состояния инфраструктуры, внешних условий и поведенческих факторов участников движения.

Данное определение принципиально отличается от традиционных статистических показателей риска по нескольким параметрам. Во-первых, предиктивный риск носит динамический характер и обновляется в режиме реального времени, в то время как традиционные показатели представляют собой статичные агрегированные значения за определенные периоды времени. Во-вторых, предиктивная оценка базируется на анализе причинно-следственных связей между множественными факторами влияния, тогда как классические методы ограничиваются корреляционным анализом исторических данных.

Математически предиктивный риск может быть представлен как функция:

$$R(t) = f(T(t), I(t), E(t), B(t)),$$

где $R(t)$ – предиктивный риск в момент времени t ;

$T(t)$ – параметры транспортного потока;

$I(t)$ – состояние инфраструктуры;

$E(t)$ – внешние условия;

$B(t)$ – поведенческие факторы участников движения.

Применение предиктивной оценки рисков обеспечивает ряд существенных преимуществ по сравнению с традиционными методами анализа безопасности дорожного движения. Основным достоинством является возможность проактивного управления безопасностью, позволяющего предотвращать возникновение опасных ситуаций до их материализации в дорожно-транспортные происшествия.

Предиктивные системы обеспечивают высокую адаптивность к изменяющимся условиям движения, что особенно актуально для сложных участков инфраструктуры, таких как пересечения и примыкания дорог. Способность алгоритмов машинного обучения выявлять скрытые закономерности в больших массивах данных позволяет идентифицировать ранее неизвестные факторы риска и их комбинации [2].

Интеграция с интеллектуальными транспортными системами обеспечивает возможность автоматизированного управления транспортными потоками на основе результатов предиктивной оценки. Это включает динамическое регулирование режимов работы светофорных объектов, информирование участников движения о потенциальных опасностях, координацию движения автономных транспортных средств.

Формирование эффективной системы предиктивной оценки рисков для пересечений и примыканий дорог должно основываться на совокупности взаимосвязанных принципов, которые обеспечивают комплексность, надежность и практическую применимость решений.

Принцип многофакторности предполагает учет всего спектра переменных, влияющих на безопасность движения в зоне пересечения. Это включает геометрические параметры инфраструктуры, характеристики транспортного потока, погодные условия, время суток, особенности поведения различных категорий участников движения. Система должна обеспечивать возможность динамического оценивания факторов в зависимости от текущих условий.

Принцип адаптивности требует способности системы к самообучению и корректировке алгоритмов на основе накапливаемого опыта. Модели машинного обучения должны непрерывно совершенствоваться, включая новые данные и уточняя параметры прогнозирования. Особое внимание уделяется способности системы адаптироваться к сезонным изменениям, модификациям инфраструктуры, эволюции транспортных технологий.

Принцип масштабируемости обеспечивает возможность применения системы для различных типов пересечений и примыканий, от простых нерегулируемых перекрестков до сложных многоуровневых транспортных развязок. Архитектура системы должна поддерживать модульную структуру, позволяющую адаптировать функциональность под специфические особенности конкретных объектов инфраструктуры (рис. 1).

Принцип интероперабельности предусматривает совместимость системы с существующими элементами интеллектуальной транспортной инфраструктуры, включая системы управления дорожным движением, информационные табло, системы связи с транспортными средствами. Это обеспечивает максимальную эффективность использования имеющихся технических решений и снижает затраты на внедрение.

Принцип верифицируемости требует обеспечения возможности проверки и валидации результатов предиктивной оценки. Система должна включать механизмы сопоставления прогнозируемых значений риска с фактическими данными о безопасности движения, что позволяет оценивать точность моделей и корректировать их параметры [3].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проведенный анализ концептуальных основ предиктивной оценки рисков ДТП с применением интеллектуальных технологий демонстрирует существенный потенциал данного подхода для повышения эффективности обеспечения безопасности дорожного движения. Переход от традиционных ретроспективных методов анализа к проактивному прогнозированию рисков представляет собой закономерный этап развития транспортных систем в условиях цифровизации и внедрения технологий искусственного интеллекта.

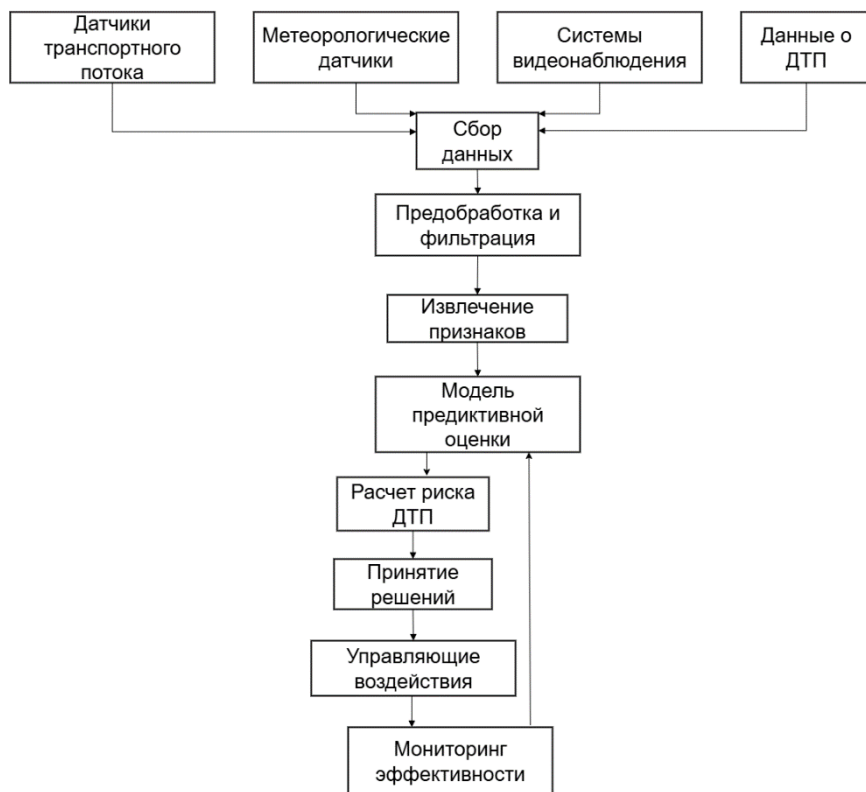


Рисунок 1 – Архитектура системы предиктивной оценки рисков

Сформулированное определение предиктивного риска ДТП как динамически изменяющейся вероятностной характеристики создает теоретическую основу для разработки практических решений в области управления безопасностью транспортных потоков. Принципиальное отличие данного подхода от традиционных статистических методов заключается в способности учитывать множественные факторы влияния в режиме реального времени и формировать упреждающие управленческие воздействия.

Выявленные преимущества предиктивного подхода, включающие проактивность управления, адаптивность к изменяющимся условиям и возможность автоматизированного взаимодействия с ин-

теллектуальными транспортными системами, обосновывают целесообразность его практического внедрения. Особую значимость данные преимущества приобретают при анализе безопасности пересечений и примыканий дорог, характеризующихся высокой конфликтностью транспортных потоков.

Разработанные принципы построения систем предиктивной оценки рисков – многофакторность, адаптивность, масштабируемость, интероперабельность и верифицируемость – формируют методологическую основу для создания практических решений. Данные принципы обеспечивают комплексность подхода к анализу безопасности и создают предпосылки для эффективной интеграции предиктивных систем в существующую транспортную инфраструктуру.

Дальнейшие исследования в данной области должны быть направлены на разработку конкретных алгоритмов машинного обучения для различных типов транспортных объектов, создание стандартизированных протоколов сбора и обработки данных, а также проведение экспериментальных исследований для валидации теоретических положений. Особого внимания заслуживают вопросы обеспечения кибербезопасности предиктивных систем и их устойчивости к внешним воздействиям.

Практическая реализация концептуальных основ предиктивной оценки рисков ДТП требует междисциплинарного подхода, объединяющего достижения в области транспортного планирования, информационных технологий, теории управления и анализа больших данных. Успешное внедрение данных технологий способно обеспечить качественно новый уровень безопасности дорожного движения и эффективности функционирования транспортных систем.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ashley, D. B. Guide to Risk Assessment and Allocation for Highway Construction Management : Report No. FHWA-PL-06-032 / D. B. Ashley, J. E. Diekmann, K. R. Molenaar. – URL: https://international.fhwa.dot.gov/pubs/pl06032/guide_to_risk_assessment_allocation_for_highway.pdf (date of access: 17.06.2025).
2. Azad, A. A Review on Machine Learning in Intelligent Transportation Systems Applications / A. Azad, T. Atkison, A. Shah // Open Transportation Journal. – 2024. – Vol. 18. – Art. e26671212330496.

3. Mannering, F. L. Unobserved heterogeneity and the statistical analysis of highway accident data / F. L. Mannering [et al.] // Analytic Methods in Accident Research. – 2016. – URL: https://www.caee.utexas.edu/prof/bhat/ABSTRACTS/AMAR_Heterogeneity.pdf (date of access: 17.06.2025).

Представлено 24.06.2025

УДК 656.7

ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ В СОЗДАНИИ АДАПТИВНОЙ ДОРОЖНОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ ДЛЯ СНИЖЕНИЯ АВАРИЙНОСТИ

ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN ADAPTIVE ROAD INFRASTRUCTURE FOR ACCIDENT REDUCTION

Богданович С. В., канд. техн. наук, доц., **Чернюк А. Н.**, асп.,
Белорусский национальный технический университет,
г. Минск, Республика Беларусь
S. Bogdanovich, Ph. D. in Eng., Ass. Prof.,
A. Cherniuk, Graduate Student,
Belarusian National Technical University, Minsk, Republic of Belarus

В статье исследуются перспективы интеграции искусственного интеллекта в проектирование и управление дорожной инфраструктурой для снижения аварийности. Рассматриваются современные технологии компьютерного зрения, предиктивной аналитики и адаптивного управления, позволяющие создавать динамически изменяемую дорожную среду. Особое внимание уделяется системам, способным компенсировать человеческие ошибки за счет оперативного изменения параметров инфраструктуры. Анализируются технические, организационные и нормативные аспекты внедрения интеллектуальных решений, а также перспективы их развития в контексте взаимодействия с автономным транспортом.

The article explores the prospects of integrating artificial intelligence into the design and management of road infrastructure to reduce accident

rates. It examines modern technologies of computer vision, predictive analytics and adaptive control that enable the creation of dynamically modifiable road environments. Particular attention is paid to systems capable of compensating for human errors through real-time infrastructure adjustments. The study analyzes technical, organizational and regulatory aspects of implementing intelligent solutions, as well as their development prospects in the context of interaction with autonomous vehicles.

Ключевые слова: прощающее дорожное пространство, искусственный интеллект, безопасность дорожного движения, адаптивная инфраструктура, предотвращение ДТП.

Keywords: forgiving road space, artificial intelligence, road safety, adaptive infrastructure, accident prevention.

ВВЕДЕНИЕ

Проблема безопасности дорожного движения остается одной из наиболее актуальных в современном мире. По данным Всемирной организации здравоохранения, ежегодно в результате дорожно-транспортных происшествий (ДТП) погибает более 1,19 миллиона человек, причем значительная часть погибших – уязвимые участники движения, такие как пешеходы, велосипедисты и мотоциклисты [1]. Несмотря на постоянное совершенствование транспортных средств и дорожной инфраструктуры, человеческий фактор продолжает играть существенную роль в возникновении аварийных ситуаций.

Концепция прощающего дорожного пространства, разработанная в середине XX века, направлена на создание инфраструктуры, способной минимизировать последствия ошибок водителей и других участников движения. Однако традиционные методы ее реализации сталкиваются с высокой стоимостью, пространственными ограничениями и невозможностью учесть все возможные сценарии поведения на дороге [2].

Интеграция искусственного интеллекта (ИИ) в управление дорожной инфраструктурой открывает новые возможности для повышения безопасности. ИИ способен анализировать большие объемы данных в реальном времени, прогнозировать поведение участников движения и адаптировать дорожную среду к изменяющимся условиям. Это позволяет разрабатывать более эффективные стратегии предотвращения ДТП и снижения их тяжести [3].

Актуальность данного исследования обусловлена необходимостью поиска инновационных решений для сокращения числа аварий и их последствий. Внедрение ИИ в системы управления дорожным движением и инфраструктурой представляет собой перспективное направление, способное значительно повысить уровень безопасности для всех участников движения.

АДАПТИВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ИИ В УПРАВЛЕНИИ ДОРОЖНОЙ ИНФРАСТРУКТУРОЙ

Современные достижения в области искусственного интеллекта открывают принципиально новые возможности для трансформации дорожной инфраструктуры. В отличие от традиционных пассивных систем безопасности, современные ИИ-решения позволяют создать динамически адаптируемую среду, способную к ситуативному реагированию и превентивному управлению рисками.

Важнейшее отличие интеллектуальных систем управления заключается в их способности к комплексному анализу разнородных данных. Современные сенсорные сети, объединяющие видеокамеры, лидары, радары и IoT-устройства, формируют многомерную картину дорожной обстановки. Алгоритмы глубокого обучения демонстрируют высокую эффективность в обработке этих данных, выявляя сложные корреляции между параметрами движения, состоянием инфраструктуры и поведенческими характеристиками участников [4].

Особого внимания заслуживает эволюция предиктивных моделей в дорожном управлении. Нейронных сетей сегодня позволяют не только анализировать текущее состояние, но и прогнозировать развитие ситуации с временным горизонтом до нескольких минут. Такие системы достигают точности прогноза до 92 % при определении вероятности возникновения опасных ситуаций [5].

Интеграция ИИ в системы управления инфраструктурой происходит на нескольких уровнях:

- микроменеджмент отдельных элементов (светофоры, дорожные знаки);
- оптимизация транспортных потоков в масштабах района;
- стратегическое планирование городской мобильности.

Принципиально важным аспектом становится взаимодействие между автоматизированными транспортными средствами и интел-

лектуальной инфраструктурой. Так, формирование единого информационного пространства «транспорт-инфраструктура» позволяет создать эффект распределенного интеллекта, где решения принимаются на основе консенсуса множества участников системы [3].

Однако масштабное внедрение таких технологий сталкивается с рядом серьезных проблем:

- проблема «черного ящика» в сложных нейросетевых моделях;
- необходимость обеспечения кибербезопасности распределенных систем;
- вопросы ответственности при принятии решений алгоритмами;
- проблема цифрового неравенства регионов.

Особую сложность представляет создание отказоустойчивых архитектур. Современные подходы, предполагают использование блокчейн-технологий для обеспечения надежности данных и децентрализованного управления [6]. Однако энергопотребление и вычислительная сложность таких решений ставят под сомнение возможность их использования при управлении дорожно-транспортной инфраструктурой.

Перспективным направлением развития представляется создание гибридных систем, сочетающих преимущества централизованного управления с элементами *edge computing*. Такая архитектура позволяет распределить вычислительную нагрузку, снижая задержки при принятии решений и повышая общую надежность системы.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Интеграция искусственного интеллекта в системы управления дорожной инфраструктурой представляет собой качественно новый этап в обеспечении безопасности дорожного движения. В отличие от традиционных пассивных методов повышения безопасности, современные интеллектуальные системы позволяют реализовать принципиально иной – проактивный и адаптивный подход к организации дорожного пространства.

Основные результаты исследования свидетельствуют о нескольких принципиальных достижениях. Во-первых, современные алгоритмы компьютерного зрения и глубокого обучения достигли уровня надежности, достаточного для практического применения в реальных дорожных условиях. Во-вторых, развитие предиктивных моделей на основе нейросетевых архитектур позволяет прогнозировать

развитие дорожных ситуаций с высокой точностью. В-третьих, формирование единого информационного пространства «транспорт-инфраструктура» создает основу для принципиально новых механизмов управления безопасностью.

Перспективы дальнейшего развития связаны с несколькими направлениями. Наиболее важным представляется создание стандартизированных протоколов взаимодействия между различными элементами интеллектуальной транспортной системы. Не менее значимой задачей является разработка нормативной базы, регулирующей вопросы ответственности при использовании автономных систем принятия решений. Особое внимание должно быть уделено обеспечению кибербезопасности и защите персональных данных участников движения.

Практическая реализация рассмотренных технологий требует комплексного подхода, включающего:

- развитие телекоммуникационной инфраструктуры;
- создание единых стандартов обработки данных;
- разработку адаптивных алгоритмов для различных дорожных условий;
- подготовку специалистов в области интеллектуальных транспортных систем.

Важно подчеркнуть, что внедрение интеллектуальных систем управления дорожным движением должно сопровождаться постоянным мониторингом их эффективности и своевременной корректировкой алгоритмов. Такой комплексный подход позволит реализовать весь потенциал искусственного интеллекта в создании безопасной и эффективной дорожной среды.

ЛИТЕРАТУРА

1. World Health Organization. Global status report on road safety 2023. – URL: iris.who.int/bitstream/handle/10665/375016/9789240086517-eng.pdf (date of access: 17.06.2025).
2. Gitelman, V. The causation-prevention chain in infrastructure safety measures: A consideration of four types of policy lock-ins / V. Gitelman, S. Kaplan, S. Hakkert. – URL: <https://doi.org/10.1016/j.aap.2023.107399> (date of access: 17.06.2025).

3. Garikapati, D. Autonomous Vehicles: Evolution of Artificial Intelligence and Learning Algorithms / D. Garikapati, S. S. Shetiya. – URL: <https://doi.org/10.48550/arXiv.2402.17690> (date of access: 17.06.2025).

4. Multi-task learning for dangerous object detection in autonomous driving / Y. Chen, D. Zhao, Lv. Le, Q. Zhang. – URL: [doi:10.1016/j.ins.2017.08.035](https://doi.org/10.1016/j.ins.2017.08.035) (date of access: 17.06.2025).

5. Data-Driven Intelligent Transportation Systems: A Survey / Junping Zhang; Fei-Yue Wang; Kunfeng Wang [et al.]. – URL: [doi:10.1109/tits.2011.2158001](https://doi.org/10.1109/tits.2011.2158001) (date of access: 17.06.2025).

6. Autonomous Vehicles: Sophisticated Attacks, Safety Issues, Challenges, Open Topics, Blockchain, and Future Directions / Anastasios Giannaros [et al.]. – URL: <https://doi.org/10.3390/jcp3030025> (date of access: 17.06.2025).

Представлено 24.06.2025

УДК 656

**МЕТОДОЛОГИЯ МНОГОКОМПОНЕНТНОЙ МОДЕЛИ
ОЦЕНКИ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ
ИНФРАСТРУКТУРЫ СРЕДСТВ ПЕРСОНАЛЬНОЙ
МОБИЛЬНОСТИ**

**METHODOLOGY OF A MULTICOMPONENT MODEL
FOR ASSESSING THE ECONOMIC EFFICIENCY OF PERSONAL
MOBILITY INFRASTRUCTURE**

Карасева М. Г., ст. преп.,
Белорусский национальный технический университет,
г. Минск, Республика Беларусь
M. Karaseva, Senior Lecturer,
Belarusian National Technical University, Minsk, Republic of Belarus

Статья представляет многокомпонентную модель оценки экономической эффективности инфраструктуры средств персональной мобильности (СПМ), объединяющую прямые транспортные эффекты, внешние факторы и экономические мультипликаторы. На

основе расширенного анализа «затраты-выгоды» предложен инструмент для комплексного учета социальных, экологических и финансовых аспектов. Модель позволяет обосновывать инвестиции в устойчивую городскую мобильность.

The article presents a multicomponent model for assessing the economic efficiency of personal mobility infrastructure, integrating direct transport effects, externalities, and economic multipliers. Using extended cost-benefit analysis, it offers a tool for comprehensive evaluation of social, environmental, and financial impacts. The model provides evidence-based justification for investments in sustainable urban mobility solutions.

Ключевые слова: *средства персональной мобильности, экономическая эффективность, устойчивая мобильность, анализ затрат-выгод, городская инфраструктура.*

Keywords: *personal mobility devices, economic efficiency, sustainable mobility, cost-benefit analysis, urban infrastructure.*

ВВЕДЕНИЕ

Современные города сталкиваются с необходимостью трансформации транспортных систем в сторону устойчивости, что требует внедрения инновационных решений, включая развитие инфраструктуры для средств персональной мобильности (СПМ), таких как велосипеды, электросамокаты и другие микромобильные устройства. Однако оценка экономической эффективности таких проектов остается сложной задачей из-за многообразия факторов, которые необходимо учитывать. Традиционные методы анализа, например, классический анализ «затраты-выгоды» (Cost-Benefit Analysis, CBA), часто оказываются недостаточными, так как не охватывают все возможные социальные, экологические и экономические эффекты.

В данной статье представлена многокомпонентная модель оценки экономической эффективности инфраструктуры СПМ, основанная на расширенном анализе «затраты-выгоды» (Extended Cost-Benefit Analysis). Модель учитывает три категории эффектов: прямые транспортные, внешние и экономические мультипликаторы, что позволяет получить более полную картину влияния инфраструктуры СПМ на городскую среду. Теоретической основой исследования служат работы А. Пигу по экстерналиям [1], а также современные разработки

в области транспортной экономики, такие как исследования Т. Литмана [2] и Геслингга [3].

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ И МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ МОДЕЛИ

Многокомпонентная модель оценки экономической эффективности инфраструктуры средств персональной мобильности (СПМ) базируется на расширенном анализе «затраты-выгоды» (Extended Cost-Benefit Analysis, ЕСВА), который дополняет традиционный подход учетом факторов, обычно исключаемых из расчетов. В отличие от стандартного СВА, фокусирующегося на прямых финансовых потоках, ЕСВА интегрирует внешние эффекты (экстерналии) и долгосрочные экономические мультипликаторы, что особенно важно для проектов, направленных на устойчивое развитие городов.

Концептуальной основой модели служит теория экстерналий А. Пигу [1], которая была адаптирована для транспортного сектора в работах Т. Литмана [2]. Согласно этой теории, инфраструктура СПМ генерирует не только прямые выгоды для пользователей, но и опосредованные эффекты для общества, такие как снижение загрязнения воздуха или уменьшение заторов. Для их количественной оценки в модель включены три взаимосвязанных категории.

1. Прямые транспортные эффекты.

Данная категория отражает непосредственные изменения в транспортной системе. Затраты включают капитальные вложения в строительство велодорожек, парковок и систем навигации, а также эксплуатационные расходы (обслуживание, ремонт). Выгоды, в свою очередь, охватывают экономию времени пользователей СПМ, снижение затрат домохозяйств на автомобильный транспорт и уменьшение нагрузки на дорожную сеть. Например, переход даже 10 % автомобилистов на СПМ может сократить заторы на 3–5 % [3], что демонстрирует значимость учета таких факторов.

2. Внешние эффекты.

Инфраструктура СПМ влияет на среду за рамками транспортной системы. К негативным экстерналиям относятся временные неудобства от строительства или риски травматизма. Однако положительные эффекты преобладают: снижение выбросов CO₂ и шума, улучшение здоровья населения благодаря повышению физической активности, а также сокращение потребности в парковочных

пространствах. Согласно исследованиям, города с развитой велоинфраструктурой экономят более 100 млн долларов ежегодно на медицинских расходах, связанных с гиподинамией [4].

3. Экономические мультипликаторы.

Развитие инфраструктуры СПМ стимулирует экономическую активность. Основные выгоды включают рост стоимости недвижимости вблизи велодорожек (премия до 15 % [5]), увеличение посещаемости торговых зон и появление новых бизнес-моделей (например, сервисы аренды электросамокатов). Эти эффекты носят долгосрочный характер и усиливают общее воздействие проекта на городскую экономику.

Важнейшим аспектом модели является перевод различных эффектов в единую монетарную форму для обеспечения сопоставимости. Для этого применяются следующие подходы:

- стоимость времени определяется на основе средней заработной платы в регионе с дифференциацией по целям поездок (рабочие, учебные, развлекательные);

- стоимость выбросов оценивается с использованием рыночных цен на квоты на выбросы CO₂ и методологии оценки ущерба от загрязнения воздуха, разработанной Всемирной организацией здравоохранения;

- стоимость здоровья монетизируется через оценку экономии затрат на здравоохранение и увеличения производительности труда вследствие снижения заболеваемости;

- стоимость шумового загрязнения оценивается с использованием методологии «готовности платить» (willingness to pay) за снижение уровня шума на основе опросов населения.

Для каждой категории эффектов определяется соотношение выгод и затрат (BCR) по формуле:

$$BCR_i = \frac{\sum_{t=0}^T \frac{B_{it}}{(1+r)^t}}{\sum_{t=0}^T \frac{C_{it}}{(1+r)^t}},$$

где BCR_i – отношение выгод к затратам для категории i ;

B_{it} – выгоды категории i в год t ;

C_{it} – затраты категории i в год t ;

r – ставка дисконтирования;

T – период оценки (обычно 20–30 лет).

Интегральная оценка эффективности рассчитывается как сумма выгод по всем категориям, деленная на сумму затрат по всем категориям:

$$BCR_{total} = \frac{\sum_{i=1}^n \sum_{t=0}^T \frac{B_{it}}{(1+r)^t}}{\sum_{i=1}^n \sum_{t=0}^T \frac{C_{it}}{(1+r)^t}}.$$

Пример структуры затрат и выгод представлен в табл. 1. Для наглядности динамики выгод от снижения заторов можно использовать диаграмму (рис. 1).

В целом, предложенная модель позволяет комплексно оценить эффективность инфраструктуры СПМ, сочетая традиционные финансовые метрики с социально-экологическими параметрами. Однако ее применение требует детальных данных и адаптации к местным условиям.

Таблица 1 – Основные компоненты модели

Категория эффектов	Затраты	Выгоды
Прямые транспортные	Капитальные и эксплуатационные расходы	Экономия времени, снижение затрат домохозяйств
Внешние	Затраты на регулирование и лечение травм	Снижение выбросов, улучшение здоровья
Экономические мультипликаторы	–	Рост стоимости недвижимости, развитие бизнеса

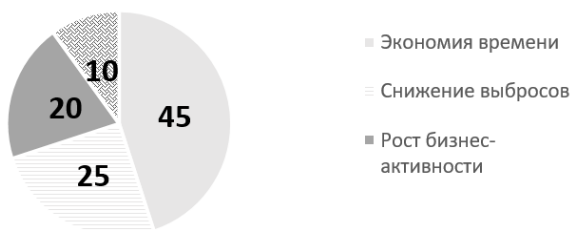


Рисунок 1 – Распределение выгод от инфраструктуры СПМ (%)

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Развитие инфраструктуры средств персональной мобильности (СПМ) представляет собой важный шаг на пути к созданию устойчивых и комфортных городских пространств. Предложенная многокомпонентная модель оценки экономической эффективности таких проектов позволяет преодолеть ограничения классического анализа «затраты-выгоды» за счет интеграции трех взаимосвязанных категорий эффектов: прямых транспортных, внешних и экономических мультипликаторов.

Проведенный анализ показывает, что учет широкого спектра факторов – от экономии времени пользователей до роста стоимости недвижимости и улучшения экологической обстановки обеспечивает более обоснованную оценку инвестиций в инфраструктуру СПМ. Особое значение имеет количественная оценка внешних эффектов, таких как снижение выбросов парниковых газов и уменьшение нагрузки на систему здравоохранения, которые традиционно остаются за рамками финансовых расчетов.

В то же время, модели требует решения ряда методологических и практических задач. Среди них – необходимость сбора детализированных данных, адаптация расчетных методик к местным условиям, а также учет поведенческих особенностей пользователей. Дальнейшие исследования могут быть направлены на разработку унифицированных подходов к оценке нематериальных выгод, таких как повышение качества жизни горожан, а также на анализ долгосрочных эффектов внедрения СПМ в различных урбанистических контекстах.

В целом, многокомпонентная модель служит эффективным инструментом для обоснования решений в области городской мобильности, позволяя совместить экономическую целесообразность с социальными и экологическими приоритетами. Ее использование способствует формированию доказательной базы для политики устойчивого развития транспорта, что особенно актуально в условиях растущих требований к экологичности и инклюзивности городской среды.

ЛИТЕРАТУРА

1. Пигу, А. Экономическая теория благосостояния : в 2 т. / А. Пигу; пер. с англ. – Москва : Прогресс, 1985. – 2 т.

2. Litman, T. Evaluating Transportation Economic Development Impacts / T. Litman. – Victoria : Victoria Transport Policy Institute, 2020. – URL: https://www.vtpi.org/econ_dev.pdf (date of access: 17.06.2025).

3. Gössling, S. Urban Transport Transitions: Copenhagen, City of Cyclists / S. Gössling // Journal of Transport Geography. – 2013. – Vol. 33. – P. 196–206.

4. Litman, T. Smart Congestion Relief: Comprehensive Analysis of Traffic Congestion Costs and Congestion Reduction Strategies / T. Litman, 2012. – URL: http://www.vtpi.org/cong_relief.pdf (date of access: 17.06.2025).

5. Rietveld, P. Determinants of Bicycle Use: Do Municipal Policies Matter? / P. Rietveld, V. Daniel // Transportation Research Part A: Policy and Practice. – 2004. – Vol. 38, № 7. – P. 531–550.

Представлено 24.06.2025

УДК 656.13.05

РАЗРАБОТКА РЕЖИМОВ ТРУДА И ОТДЫХА ВОДИТЕЛЕЙ МАРШРУТНОГО ПАССАЖИРСКОГО ТРАНСПОРТА В УСЛОВИЯХ 2025-ГО ГОДА

Семченков С. С., канд. техн. наук,

Лукьянчук А. Д., канд. техн. наук, доц.,

Кот Е. Н., канд. техн. наук, доц.,

Белорусский национальный технический университет,

г. Минск, Республика Беларусь

S. Semchenkov, Ph. D. in Eng.,

A. Lukyanchuk, Ph. D. in Eng., Ass. Prof.,

E. Kot, Ph. D. in Eng., Ass. Prof.,

Belarusian National Technical University, Minsk, Republic of Belarus

В статье рассматриваются особенности разработки режимов труда и отдыха водителей маршрутного пассажирского транспорта с учетом изменений законодательства, произошедших с 01.04.2025.

The article discusses the specifics of the development of work and rest regimes for drivers of scheduled passenger transport, taking into account legislative changes that have occurred since 01.04.2025.

Ключевые слова: *режимы труда и отдыха, маршрутный пассажирский транспорт, перерывы для отдыха, время работы водителей.*

Keywords: *work and rest modes, scheduled passenger transport, rest breaks, drivers' working hours.*

ВВЕДЕНИЕ

В условиях дефицита водителей маршрутного пассажирского транспорта и повышения требований к безопасности перевозок пассажиров, особое внимание в 2025 г. уделяется режимам труда и отдыха водителей маршрутного пассажирского транспорта. Изменения в законодательстве, направленные на снижение утомляемости водителей и повышение надежности водителей внесли определенные коррективы в привычные схемы организации труда и отдыха водителей, которые в свою очередь требуют изменений и адаптации в сложившейся практике разработки расписаний движения маршрутного пассажирского транспорта и графиков работы водителей.

РАЗРАБОТКА РЕЖИМОВ ТРУДА И ОТДЫХА ВОДИТЕЛЕЙ МАРШРУТНОГО ПАССАЖИРСКОГО ТРАНСПОРТА В УСЛОВИЯХ 2025-ГО ГОДА

С 1 апреля 2025 г. вступило в силу Положение о рабочем времени и времени отдыха водителей автомобилей, троллейбусов и трамваев, утвержденное Постановлением Министерства транспорта и коммуникаций Республики Беларусь 09.01.2025 № 1. В соответствии с новым Положением требования к режиму труда и отдыха водителей городского электрического транспорта гармонизированы с требованиями, предъявляемыми к режиму труда и отдыха водителей автомобильного транспорта [1].

В тоже время отдельные изменения заслуживают внимание и требуют изменения в сложившейся практики организации эксплуатационной работы предприятий маршрутного пассажирского транспорта. К числу таких изменений при выполнении городских и пригородных автомобильных перевозок, перевозок пассажиров городским электрическим транспортом относятся:

1. Установление ограничения продолжительности ежедневной работы (смены) водителя не более 12 ч, в т. ч. по основному месту работы и при работе по внутреннему совместительству в совокупности (суммарно).

2. Введение понятия времени управления транспортным средством, к которому относятся все периоды рабочего времени водителя за исключением подготовительно-заключительного времени, времени проведения предрейсового медицинского обследования, времени проведения контроля технического состояния транспортного средства перед началом работы, времени стоянки в местах посадки (высадки) пассажиров, времени прекращения движения транспортного средства на маршруте (линии), связанного с технической неисправностью, помехой для движения, а также обусловленного технологическим процессом, времени проведения работ по устранению возникших во время работы на линии эксплуатационных неисправностей транспортного средства, не требующих разборки механизмов, а также выполнения регулировочных работ.

3. Установление ограничения времени управления транспортным средством не более 10 ч. в течение рабочего дня (смены).

4. Изменения порядка предоставления перерывов для отдыха и питания (обеда):

4.1. Установление продолжительности обеда не менее 20 мин. и не более 2 ч., при этом если продолжительность рабочего времени водителя составляет более 8 ч., то допускается предоставлять два обеда, суммарной продолжительностью не более 2 ч., при этом один из обедов должен быть не менее 20 мин.

4.2. Предоставление обеда не позднее чем через 4 часа после начала работы, при этом допускается смещение времени начала обеда, если это необходимо для завершения рейса (оборотного рейса) – до времени прибытия к месту предоставления обеда.

4.3. Обед может не предоставляться при продолжительности работы не более 4 ч.

На основании изложенного, целесообразно обеспечить режим работы транспортных средств маршрутного пассажирского транспорта и их водителей с соблюдением следующих условий:

- время работы для одного водителя, работающего посменно, должно быть в интервале от 4 до 10 ч.;

- время обеденного перерыва устанавливается 1,0 ч., при этом:

а) для смен продолжительностью более 8 ч. допускается предоставление водителю двух обеденных перерывов продолжительностью 0,5 ч. каждый;

б) для смен продолжительностью 4–6,5 ч. допускается предоставление водителю обеда продолжительностью 0,5 ч.;

с) для смен продолжительностью не более 4 ч. допускается не предоставлять водителю обеденный перерыв;

– обеденный перерыв должен предоставляться водителю не позднее 4 ч после начала работы, при этом:

а) обеденный перерыв должен предоставляться преимущественно в середине смены;

б) обеденный перерыв не должен предоставляться ранее 2 ч. после начала работы;

с) при продолжительности работы водителя более 7 ч. обеденный перерыв не рекомендуется предоставлять позднее, чем за 2 ч. до окончания работы.

– время работы водителя для транспортных средств, работающих «с разрывом», должно быть в интервале от 8 до 10 ч., при этом продолжительность «разрыва» должна быть в интервале от 4 ч., но не менее 2 ч.;

– время окончания работы разрывного выпуска (с учетом времени выполнения нулевых рейсов и подготовительно-заключительного времени) должно обеспечивать данному водителю возможность выйти на работу по данному выпуску на следующий день (т. е. во время начала работы выпуска с учетом подготовительно-заключительного времени и времени выполнения нулевого рейса) с предоставлением межсменного отдыха не менее 10 ч;

– движение на маршруте должны открывать преимущественно односменные и двусменные выпуски, а не разрывные выпуски.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Стоит отметить, что разработка рациональных режимов труда и отдыха водителей маршрутного пассажирского транспорта с учетом современных тенденций и изменений 2025 года, направленных на повышение безопасности перевозок является важным аспектом и с точки зрения эффективности и обеспечения качества пассажирских перевозок. Представленные в данной статье рекомендации позволяют учесть необходимые требования при разработке режимов

труда и отдыха, обеспечив рациональное использование маршрутных транспортных средств и водителей.

ЛИТЕРАТУРА

1. Об утверждении Положения о рабочем времени и времени отдыха водителей автомобилей, троллейбусов и трамваев : Постановление М-ва транспорта и коммуникаций Республики Беларусь от 9 января 2025 г. № 1 // Национальный правовой Интернет-портал Республики Беларусь. – URL: <https://pravo.by/document/?guid=3961&p0=W22543017> (дата обращения: 10.04.2025).

Представлено 12.06.2025

УДК 656.13

ОБЗОР СИСТЕМЫ МОБИЛЬНОСТИ КРУПНЫХ НАСЕЛЕННЫХ ПУНКТАХ МИНСКОГО РАЙОНА

OVERVIEW OF THE MOBILITY SYSTEM IN LARGE SETTLEMENTS OF THE MINSK REGION

Явлаш Н. С., магистрант,
Белорусский национальный технический университет,
г. Минск, Республика Беларусь
N. Yavlash, Master's student,
Belarusian National Technical University, Minsk, Republic of Belarus

В статье приводится современное состояние системы мобильности в крупных населенных пунктах Минского района.

The article presents the current state of the mobility system in large settlements of the Minsk region.

Ключевые слова: *маршрутный пассажирский транспорт, агломерация, мобильность.*

Keywords: *scheduled passenger transport, agglomeration, mobility.*

ВВЕДЕНИЕ

Развитие маршрутного транспорта в пригородах крупных городов, которым является Минск, – критически важный фактор для обеспечения комфортной жизни населения. Комфортный и современный маршрутный транспорт позволяет жителям удаленных районов быстро и недорого добираться до центра города, мест работы и учебы, существенно снижая зависимость от личного автотранспорта, что, в свою очередь способствует разгрузке городских магистралей от пробок, уменьшает загрязнение окружающей среды и экономит бюджетные средства на развитие дорожной инфраструктуры, а также создает новые возможности для экономического развития территорий, появления рабочих мест и социальной активности местного населения.

ОБЗОР СИСТЕМЫ МОБИЛЬНОСТИ

Минск, являясь столицей Беларуси, разместился на площади 353 км², в городе проживает 2 миллиона человек. Минский район, территориально вплотную прилегая к территории Минска разместился на площади 2000 км², население района составляет 280 тысяч жителей. При этом, ожидаемо, крупнейшие населенные пункты Минского района (с населением от 10 тысяч человек) разместились в непосредственной близости от г. Минска.

Если посмотреть на карту, можно заметить, что данные населенные пункты в масштабах города Минска представляют собой компактные территории в Минском районе, а географически тесно связаны с центром агломерации (рис. 1).

Если просуммировать население в данных населенных пунктах района, выяснится, что в них сосредоточены 150 тысяч жителей или, что закономерно, более половины от всего населения Минского района. И, как и в любой другой городской агломерации, повседневный быт этих людей напрямую связан со столицей: по будним дням жители данных населенных пунктов ежедневно ездят на работу, часть из них возит детей в детские сады, школы, студенты также активно снимают жилье недалеко от Минска, чтобы с меньшими финансовыми затратами получить жилье в непосредственной близости от города, а в выходные дни жители активно проводят досуг в столице. Учитывая данную ситуацию, крайне важно, чтобы жители данных населенных пунктов получали качественное транспортное обслуживание.

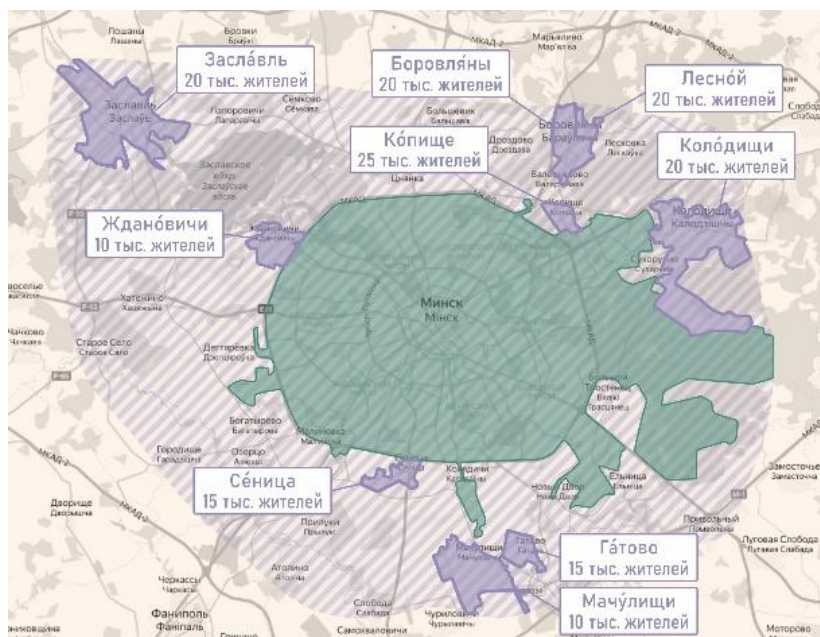


Рисунок 1 – Схема Минской агломерации

Далее будут рассмотрены конкретные примеры транспортного обслуживания в рассматриваемых населенных пунктах для выявления наиболее характерных проблем.

Заславль – город с населением 20 тыс. жителей, расположенный в 12 километрах от г. Минска.

Транспортное обслуживание города происходит, в первую очередь, с помощью городской электрички и маршрутного такси, которые курсируют между Минском и Заславлем.

Если посмотреть на расписание маршрутного такси, можно увидеть, что в периоды максимального спроса утром автобусы курсируют с интервалом 7 минут, а вечером – 9 минут. Время в пути между центрами городов составляет 40 минут. Стоимость проезда – 4 BYN. Возможность приобретения абонементов на поездки, равно как и реализации городских абонементов отсутствует.

В поездках городской электрички уже можно оплатить проезд с помощью абонементов на городской пассажирский транспорт Минска

при покупке тарифа, включающего поездки на поездах городских линий железной дороги. Стоимость разовой поездки составляет 1,8 BYN. Однако в часы утреннего пика по из Заславля в Минск отправляется лишь один поезд городской электрички – в 7:26. В вечернее время ситуация аналогичная: в период с 17 до 19 часов от центрального вокзала в Минске отправляется лишь один поезд в 18:55.

Далее поговорим про зону агломерации, в которую входят д. Боровляны и аг. Лесной. Данный район известен большим количеством медицинских учреждений от местного до республиканского уровней, что требует особого внимания к качеству транспортного обслуживания для создания комфортных условий как для медработников, так и для посетителей медучреждений.

На практике транспортное обслуживание данной зоны агломерации обеспечивается 8 автобусными маршрутами и одной из главных проблем, с которыми сталкиваются пассажиры, является переполнение в пиковые часы единственного из экспрессных маршрутов, курсирующих в рассматриваемой области, № 115э. Наполнение салонов доходит до 6–7 человек на квадратный метр салона, несмотря на то что на маршруте работают исключительно сочлененные автобусы. В то время как другие маршруты, останавливающиеся на большем количестве остановок, курсируют, как правило, с наполнением от 1 до 3 человек на кв. метр.

Причиной высокого спроса является, прежде всего, более высокая скорость сообщения между пригородной зоной и метрополитеном (выигрыш по времени составляет около 25 %), а также тот факт, что автобусный маршрут следует в центр города, обеспечивая удобную многим пассажирам транспортную связь.

Данный факт доказывает, что из-за большей удаленности пригородных районов агломерации от центра города необходимо уделять более тщательное внимание к скорости доставки пассажиров от мест их проживания к границе города (где целесообразно организовывать транспортно-пересадочные узлы, позволяющие совершать пересадки на маршруты в разные части города), а также к его центру, так как именно там, как правило, сосредоточены основные пункты притяжения населения: вокзалы и автовокзалы, медицинские и торговые центры и т. д.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Пригородные зоны крупных городов в последнее время все теснее интегрируются в городскую среду: на фоне высоких цен на жилье в крупных городах, худшего качества воздуха там, а также иного ритма жизни, который не каждому приходится по нраву, многие люди выбирают жить рядом с крупным городом, чтобы пользоваться высоким качеством сервиса в нем и при этом избегать недостатков, связанных с жизнью в современных городах. Именно поэтому транспортная система современных крупных городов должна учитывать тенденцию к распределению населения в ближайшие пригородные зоны и оперативно реагировать на возникающие запросы со стороны населения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Капский, Д. В. Транспорт в планировке городов: учебное пособие / Д. В. Капский. – Мн. : БНТУ, 2023. – 571 с.

Представлено 12.06.2025

УДК УДК 621.43

ПРИМЕНЕНИЕ ПРИРОДНОГО ГАЗА В КАЧЕСТВЕ МОТОРНОГО ТОПЛИВА В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ

USE OF NATURAL GAS AS MOTOR FUEL IN THE REPUBLIC
OF BELARUS

Соболевский С. Б., канд. техн. наук, доц.,
Белорусский национальный технический университет,
г. Минск, Республика Беларусь
S. Sobolevskiy, Ph. D. in Eng., Ass. Prof.,
Belarusian National Technical University, Minsk, Republic of Belarus

В статье анализируется текущее состояние применения природного газа в качестве моторного топлива. Отмечено наличие соответствующих компетенций как производителей автотранспортной

техники, так и организаций сферы обслуживания, что позволит увеличить объемы потребления природного газа в качестве моторного топлива.

The article analyzes the current state of the use of natural gas as a motor fuel. It was noted that there are relevant competencies of both manufacturers of motor vehicles and service organizations, which will allow increasing the volume of consumption of natural gas as a motor fuel.

Ключевые слова: *природный газ, моторное топливо, газозаправочные станции, техническое обслуживание.*

Keywords: *natural gas, motor fuel, gas filling stations, maintenance.*

ВВЕДЕНИЕ

Использование природного газа в качестве моторного топлива активно развивается более чем в 80 странах мира. В качестве моторного топлива природный газ используется в двух видах: сжатом (далее – КПГ) и сжиженном (далее – СПГ). КПГ реализуется через автомобильные газонаполнительные компрессорные станции (АГНКС), где он осушается, сжимается при помощи компрессора и подается в бак транспортного средства под давлением 200–250 атмосфер. Потенциальными потребителями КПГ являются пассажирский, легкий грузовой, легковой транспорт и коммунальная техника, в отдельных случаях – речной транспорт и сельскохозяйственная техника.

СПГ – это природный газ, охлажденный до температуры минус 162 градуса по Цельсию. При охлаждении природный газ переходит в жидкое состояние, при этом его объем уменьшается в 600 раз. СПГ транспортируется и хранится в крио-емкостях. СПГ реализуется потребителям через криоАЗС, на которых транспорт может заправляться природным газом в жидком виде.

Кроме того, существуют заправочные станции, на которых осуществляется заправка как КПГ, так и СПГ. Это могут быть криоАЗС с регазификацией (переводом газа из сжиженного в газообразное состояние) или АГНКС с криогенным оборудованием (осуществляющим сжижение газа). Ключевыми потребителями СПГ являются магистральный автомобильный, железнодорожный, водный транспорт, карьерная и сельскохозяйственная техника.

Широко используются КПГ и СПГ в качестве моторного топлива таких странах, как Бразилия, США, Германия, Италия, Южная Корея и др. Мировой парк автомобилей, работающих на КПГ, ежегодно

увеличивается на 25–30 %. Во многих странах действуют различные меры по стимулированию использования КПП на транспорте. В Пакистане, Южной Корее, Бразилии введен запрет на использование дизельного топлива на автомобилях малой и средней грузоподъемности. Как следствие, например, в Южной Корее 95 % муниципальных автобусов работает на КПП. Во Франции общественный и коммунальный транспорт не может работать на топливе, получаемом при переработке нефти. В Италии нельзя строить автозаправки без блока заправки газом. В Швеции газомоторный подвижной состав освобождают от платежей за парковку. В Китае снят запрет на въезд в природоохранные зоны автомобилей, работающих на КПП. Согласно прогнозу Международного газового союза, парк автотранспорта, использующего в качестве топлива природный газ увеличится с 50 млн единиц с 2020 года до 70 млн единиц к 2030 г. К 2035 году потребление газа на транспорте вырастет в 5–9 раз по сравнению с 2022 годом. Снижение эффективной мощности транспортных средств, работающих на КПП на 5–10 % компенсируется:

- снижением транспортно-эксплуатационных затрат при перевозке продукции с 25–30 % в себестоимости перевозки, до 10–15 %;
- увеличением ресурса двигателя на 20–30 % за счет отсутствия нагара на деталях цилиндропоршневой группы;
- сокращение выброса в атмосферу сажи, высокотоксичных ароматических углеводородов, окиси углерода, непредельных углеводородов и окислов азота.

ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

На сегодняшний день, практически все мировые производители автомобильной и сельскохозяйственной техники имеют в своем ассортименте модели, использующие природный газ в качестве моторного топлива. Такие модели, по информации, опубликованной пресс-центрами соответствующих компаний, есть и в линейках продукции ОАО «ММЗ», ОАО «БелАЗ», ОАО «Гомсельмаш», ОАО «МТЗ», ОАО «МАЗ», СЗАО «БелДЖИ».

Минским моторным заводом разработан шестицилиндровый газовый двигатель MMZ-262NG рабочим объемом 7,98 литра, имеющий электронную систему подачи газа (сжатого или сжиженного метана), для установки на тракторную, комбайновую, автомобильную и автобусную технику. По оценке производителя выбросы вредных веществ

снижены на 65 % (в среднем) по оксидам азота и на 80 % меньше выбросов твердых частиц по сравнению с дизельными моторами, оборудованными окисляющим каталитическим нейтрализатором.

БелАЗ разрабатывает и производит карьерные самосвалы на сжиженном природном газе. Первым таким самосвалом стал 90-тонный БЕЛАЗ-7558Н, представленный в 2022 году. В настоящее время заводом представлена модель 130-тонного БЕЛАЗ-7513Р и проводится разработка модели 220-тонного самосвала на СПГ. Газовые самосвалы БелАЗ предлагают экономию топлива и снижение выбросов вредных веществ. По данным пресс-центра БелАЗ газовый двигатель самосвала БЕЛАЗ-7558Н примерно на 30 % экономичнее и значительно экологичнее стандартного дизельного мотора. Перспективная 90-тонная машина оснащена эффективным газопоршневым двигателем мощностью 1068 л. с. и современным тяговым электроприводом переменного тока. Благодаря объемным криобакам, вмещающим 1400 и 350 литров газа, самосвал отработывает смену без остановок на дозаправку. На машине также предусмотрена возможность установки инновационной системы мониторинга работы карьерного транспорта IMS собственной разработки БелАЗ. За время эксплуатационных испытаний в Кузбассе самосвал БЕЛАЗ-7558Н получил многочисленные положительные отзывы.

ОАО «Гомсельмаш» разработан и испытан комбайн «Палессе GS4118K», работающий на КПГ. Заправка комбайнов осуществлялась прямо в полевых условиях с использованием передвижной газозаправочной станции ОАО «Газпром трансгаз Беларусь». В настоящее время в Гомельской области эксплуатируются 50 газомоторных комбайнов, заправка которых осуществляется с помощью передвижных заправщиков ОАО «Газпром трансгаз Беларусь».

МТЗ, на производственной базе ТПК «МТЗ-Татарстан», разрабатывает и выпускаются тракторы, работающие на природном газе, в частности, модели «Беларус-2022GT» и «Беларус-1221GT», которые оснащаются газопоршневыми двигателями MMZ-262NG производства Минского моторного завода. Трактор «Беларус-2022GT» уже получил сертификат соответствия и готов к серийному производству. Эти тракторы разработаны совместно с российскими компаниями предназначены для использования в сельском хозяйстве и могут быть востребованы в регионах, где есть доступ к природному газу.

МАЗ выпускает несколько моделей автобусов и грузовиков, работающих на газовом топливе, включая модели на КПП и СПГ. Среди них автобусы МАЗ-206 и МАЗ-203, а также грузовой тягач МАЗ-54402К и самосвал МАЗ-65012К. За последние 10 лет заводом изготовлено и реализовано более 1700 единиц автотранспортной техники, использующих газ в качестве моторного топлива. По заданию Министерства транспорта и коммуникаций Республики Беларусь РУП БелНИИТ «Транстехника» для эксплуатации автобусов, с двигателями, работающими на КПП, разработан комплект технической нормативной правовой документацией (ТНПА):

- технологический процесс технического обслуживания автобусов МАЗ с двигателем, работающем на КПП;
- технический кодекс установившейся практики «Автобусы с двигателями, работающими на компримированном природном газе»;
- типовая технологическая схема проведения работ технического обслуживания и ремонта газобаллонных автобусов, технологическая схема участка аккумулирования КПП, планировочное решение для поста выпуска (аккумулирования) газа и дегазации баллонов, рекомендации по технологическому оснащению организаций, эксплуатирующих от 25 до 200 газобаллонных автобусов.

С учетом разработанных ТНПА внесены соответствующие изменения в ТКП 248–2010 «Техническое обслуживание и ремонт автомобильных транспортных средств. Нормы и правила проведения» [1].

СЗАО «БЕЛДЖИ» в кооперации с ОАО «Газпром трансгаз Беларусь» проведена работа по адаптации модели S50 к работе на метане. Газовая версия автомобиля прошла сертификационные испытания и была экспонирована на площадке Петербургского международного газового форума – 2024.

Таким образом, очевидно, что основные производители автотракторной и сельскохозяйственной техники в Республике Беларусь имеют в своем производстве разработанные и сертифицированные модели, использующие природный газ в качестве моторного топлива.

Важным аспектом для эффективности функционирования таких моделей является рациональное размещение газовых заправок станций и пунктов заправки газом АЗС.

Основными компаниями на рынке газовых заправок в Беларуси являются следующие.

1. ОАО «Газпром трансгаз Беларусь». Является основным оператором АГНКС в Беларуси, реализуя природный газ под брендом «Экогаз». Располагает 28 АГНКС. В планах компании строительство завода по выпуску сжиженного природного газа, с участием компании «Газпром ге-лий сервис», на площадке зоны с особым правовым режимом – Индустриальный парк «Великий камень». Мощность будущего комплекса – 3 360 тонн СПГ, основные потребители топлива – машины МАЗ и БелАЗ. Использовать СПГ с предприятия в Индустриальном парке «Великий камень» планируется для заправки транспорта на трассе М1 (по маршруту Брест – Москва) и трассе М5 (по маршруту Гомель – Санкт-Петербург).

Ассоциация международных автомобильных перевозчиков БАМАП рассматривает использование магистральной техники на КПП/СПГ как один из важных факторов повышения рентабельности белорусских и российских предприятий в сфере грузоперевозок.

2. РУП «Производственное объединение «Белоруснефть». Крупнейший поставщик топлива на рынке АЗС в Беларуси, предлагающий широкий спектр услуг, включая заправку газом. В настоящее время сеть «Белоруснефти» насчитывает сегодня более 230 АГЗС, к концу 2025-го планируется ввести в действие еще 25 АГЗС. Для удобства водителей на 40 заправках апробирован сервис по заправке газом ПБА (пропан-бутан автомобильный) под дистанционным контролем персонала станции. Данный сервис компания планирует расширять, с учетом возрастания спроса на данную услугу.

3. ГК «А-100 АЗС». Крупнейшая частная сеть АЗС с белорусским капиталом. Основным видом деятельности является реализация топлива, товаров и услуг через сеть автозаправочных станций «А-100», насчитывающую 40 АЗС. Компанией выпущено мобильное приложение с указанием карты станций, предлагающих заправку автомобилей газом.

4. ИООО «ЛУКОЙЛ Белоруссия». Российская нефтяная компания, входящая в состав группы «ЛУКОЙЛ» располагающая в Республике Беларусь сетью АЗС, на части из которых оказывает услуги по заправке газом. На АЗС ИООО «ЛУКОЙЛ Белоруссия» реализуют сжиженный углеводородный газ марки ПБА – пропан-бутан автомобильный, соответствующий ГОСТ Р 52087-2003 «Газы углеводородные сжиженные топливные. Технические условия».

РУП «Стройтехнорм» разработал СН 3.02.14-2020 «Автозаправочные станции», содержащий требования к размещению, террито-

рии и оснащению автомобильных газозаправочных станций и автомобильных газонаполнительных компрессорных станций, включая требования к передвижным заправочным станциям.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проведенный анализ применения природного газа в качестве моторного топлива в Республике Беларусь позволяет сделать заключение о наличии полного набора компетенций в части производства и обслуживания автотранспортных средств и сельскохозяйственной техники. Для существенного увеличения производства моделей вышеуказанной техники и использования природного газа в качестве моторного топлива целесообразно:

- развивать механизмы государственного стимулирования для производителей и владельцев транспортных и сельскохозяйственных средств, работающих на природном газе, учитывая мировой опыт стимулирования применения альтернативного топлива;
- сформировать устойчивый механизм функционирования объединенного рынка газа Союзного государства с принятием необходимых правовых актов или внесением изменений в действующие, исходя из принципа дальнейшего сближения условий хозяйствования в газовой сфере и исполнения сторонами норм соответствующих межправительственных соглашений [2].

ЛИТЕРАТУРА

1. Соболевский, С. Б. Особенности технического обслуживания автобусов с двигателями, работающими на сжатом природном газе / С. Б. Соболевский, Д. Д. Яцкевич, И. В. Матвиенко // Материалы Международной заочной научно-практической конференции «Проблемы и перспективы развития транспортного комплекса» (Минск, 1–15 декабря 2024 г.). – Мн., 2025. – С. 52–62.
2. Российское газовое общество. Россия и Беларусь формирует объединенные рынки газа и электроэнергии. – URL: <https://gazo.ru/ru/news/sector/rossiya-i-belarus-formiruet-obedinennyye-rynki-gaza-i-elektroenergii/> (дата обращения: 15.05.2025).

Представлено 17.07.2025

УДК 656.13.05

**СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ЕДИНЫХ ПРОГРАММ
ПОДГОТОВКИ ВОДИТЕЛЕЙ ТРОЛЛЕЙБУСОВ
В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ**

**IMPROVEMENT OF UNIFIED TROLLEYBUS DRIVER TRAINING
PROGRAMS IN THE REPUBLIC OF BELARUS**

Семченков С. С., канд. техн. наук,
Лобашов А. О., д-р техн. наук., проф.,
Лукьянчук А. Д., канд. техн. наук, доц.,
Белорусский национальный технический университет,
г. Минск, Республика Беларусь

S. Semchenkov, Ph. D. in Eng.,
A. Lobashov, Doct. of Tech. Scienc., Prof.,
A. Lukyanchuk, Ph. D. in Eng., Ass. Prof.,
Belarusian National Technical University, Minsk, Republic of Belarus

В статье предлагается совершенствование единых программ подготовки водителей троллейбусов с учетом новых типов подвижного состава городского электрического транспорта, направленное на применение рационального подхода к процессу подготовки, сокращение календарного графика обучения водителей троллейбусов при сохранении качества обучения.

The article proposes the improvement of unified training programs for trolleybus drivers, taking into account new types of rolling stock of urban electric transport, aimed at applying a rational approach to the training process, reducing the calendar schedule for training trolleybus drivers while maintaining the quality of training.

Ключевые слова: подготовка водителей троллейбусов, обучение водителей, единые программы обучения водителей, троллейбусы, троллейбусы ИМС, троллейбусы ИМФ.

Keywords: trolleybus driver training, driver training, unified driver training programs, trolleybuses, IMC trolleybuses, IMF trolleybuses.

ВВЕДЕНИЕ

Троллейбусное движение в Республике Беларусь начало свою историю в 1952 году и на момент подготовки статьи представлено в 7 городах, в которых эксплуатируется 1313 троллейбусов, при этом 12 % общего количества троллейбусов являются сочлененными. Общая протяженность контактной сети (КС) троллейбуса составляет 529,6 км в двухпутном измерении. Троллейбусы недороги в эксплуатации, просты и надежны, экологически чисты, обладают высокими динамическими характеристиками. Начиная с середины 2010-х гг. этот вид транспорта получил «второе рождение», что обусловлено применением троллейбусов с тяговыми аккумуляторными батареями, которые позволяют обеспечивать троллейбусу возможность автономного от контактной линии движения. За счет наличия тяговых аккумуляторных батарей в таких троллейбусах, появилась возможность организовывать маршруты без устройства контактной сети на всей длине трассы маршрута.

Таким образом, троллейбусы классифицируют следующим образом:

1) троллейбусы с питанием в движении (IMF) – вид транспорта, средства которого передвигаются по улицам и дорогам и приводятся в движение тяговыми электродвигателями, получающими электроэнергию от КС;

2) троллейбусы с зарядкой в движении (IMC) – вид транспорта, средства которого передвигаются по улицам и дорогам и приводятся в движение тяговыми электродвигателями, получающими электроэнергию от воздушной КС или от тяговых аккумуляторных батарей, зарядка которых производится при движении троллейбуса на участках с питанием от воздушной КС. Таким образом, троллейбусы IMC являются разновидностью троллейбусов, но для получения электроэнергии на отдельных участках маршрута троллейбусами с зарядкой в движении может использоваться не КС, а автономный тяговый бортовой источник энергии (тяговая аккумуляторная батарея или суперконденсатор), заряжающийся от КС во время движения троллейбуса.

По состоянию на 01.01.2024 в Республике Беларусь эксплуатируется 70 % троллейбусов IMF и 30 % троллейбусов IMC.

В соответствии с [1] и [2], троллейбус – механическое транспортное средство, приводимое в движение электродвигателем, питание

которого обеспечивается по подвесной контактной сети от внешнего источника электрического тока.

Для управления троллейбусом IMF или IMC, независимо от их габаритной длины, водителю необходимо наличие водительского удостоверения категории «I» [3, ст. 24].

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ЕДИНЫХ ПРОГРАММ ПОДГОТОВКИ ВОДИТЕЛЕЙ ТРОЛЛЕЙБУСОВ В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ

Обучение водителей троллейбуса осуществляется по программе подготовки водителей механических транспортных средств категории «I» (продолжительность обучения 526 ч., в т. ч. 100 ч. практического обучения вождению). Данная программа обучения не предполагает наличие у курсанта права управления транспортными средствами других категорий. Стоит отметить, что изучение предмета «Управление троллейбусом» (практическое обучение вождению) в соответствии с единой программой подготовки должно начинаться только после сдачи теоретического экзамена, при этом курсанты, не сдавшие экзамен по теоретическим предметам, к обучению управлению троллейбусом не допускаются [4].

Также существует единая программа переподготовки водителей механических транспортных средств категории «D» на право управления механическими транспортными средствами категории «I» (продолжительность обучения 277 ч., в т. ч. 50 ч. практического обучения вождению). Однако за 3 года существования данная программа так и осталась невостребованной.

Обучение водителей троллейбусов организовано на базе учебных организаций, имеющих сертификат соответствия Национальной системы подтверждения соответствия Республики Беларусь на право обучения водителей категории «I».

В частности, по состоянию на 01.01.2025, аккредитованный орган по сертификации УП «Белтехосмотр» выдал сертификат соответствия Коммунальному унитарному предприятию «Брестский общественный транспорт», Учреждению дополнительного образования взрослых «Витебский областной центр повышения квалификации руководящих работников и специалистов жилищно-коммунального хозяйства», Организационной структуре Советского района г. Гомеля ДОСААФ, Учреждению образования «Минский государственный колледж технологий коммунального хозяйства и транспортного

обслуживания». Учитывая дефицит кадров, обучение водителей троллейбуса является востребованным. Например, в г. Минске, в среднем, проходит обучение 7 групп водителей троллейбуса в год. Учебный процесс организован таким образом, что продолжительность теоретического обучения составляет 10 недель, консультации и прием теоретического экзамен – 1 неделя, обучение вождению – 5 недель.

Принимая во внимание опыт подготовки водителей категории «I», появление троллейбусов ИМС, появление новых моделей троллейбусов, предлагается изменить состав преподаваемых предметов и продолжительность обучения по отдельным предметам. Данные предложения сведены в табл. 1. Также предлагается совместить теоретическое обучение с практическим обучением вождения (по аналогии с обучением на категории «С» и «D»), что позволит сократить календарный срок обучения водителей троллейбусов на 3 недели без сокращения объема теоретического обучения (табл. 2).

Таблица 1 – Учебный план подготовки водителей категории «I»

Наименование предметов	Продолжительность обучения, ч	
	Существующая	Предлагаемая
1	2	3
Предмет «Правила дорожного движения»	100	100
Предмет «Основы управления механическим транспортным средством и безопасность движения»	40	36
Предмет «Правила технической эксплуатации троллейбуса»	30	40
Предмет «Правовые основы дорожного движения»	8	8
Предмет «Электрическое оборудование»	90	48
Предмет «Основы электротехники, электрические машины и энергоснабжение троллейбуса»		36
Предмет «Механическое оборудование»	68	28
Предмет «Пневматическое оборудование»		28
Предмет «Охрана труда, электрическая и пожарная безопасность, охрана окружающей среды»	22	20
Предмет «Основы организации движения, экономических знаний и культуры обслуживания пассажиров»	24	24
Предмет «Первая помощь пострадавшим при дорожно-транспортных происшествиях»	16	16
Консультации	16	16

Окончание табл. 1

1	2	3
Экзамен в организации	12	12
Предмет «Управление троллейбусом»	100	100
Всего	526	512
в т.ч. теория (без консультаций и экзамена)	398	384

Таблица 2 – Календарный план подготовки водителей категории «І»

Вид обучения	Продолжительность, календарных дней	
	Существующая	Предлагаемая
Теоретическая подготовка	50	36
<i>Теоретическая подготовка, совмещенная с вождением</i>	—	24
Консультации	3	2
Внутренний экзамен по теории	1	1
Вождение	24	0
Внутренний экзамен по вождению	1	1
Всего, календарных дней	79	64
Количество полных недель	15,8	12,8

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Представленные предложения направлены на совершенствование подготовки водителей троллейбусов и учитывают новые типы эксплуатируемого подвижного состава, а также позволяют сократить календарный срок обучения водителей троллейбусов на три недели при сохранении качества обучения.

ЛИТЕРАТУРА

1. О мерах по повышению безопасности дорожного движения : Указ Президента Респ. Беларусь от 28 ноя. 2005 № 551 // Национальный правовой Интернет-портал Республики Беларусь. – URL: <https://pravo.by/document/?guid=3961&p0=P30500551> (дата обращения: 01.06.2025).

2. Транспорт дорожный. Основные термины и определения. Классификация : ГОСТ 31286-2005 ; введ. 01.09.2006. – Мн. : Госстандарт : Бел. гос. ин-т стандартизации и сертификации, 2006. – IV, 18 с.

3. О дорожном движении : Закон Респ. Беларусь от 05 янв. 2008 № 313-З // Национальный правовой Интернет-портал Республики Беларусь. – URL: [https://pravo.by/document/? guid=3961&p0= P30500551](https://pravo.by/document/?guid=3961&p0=P30500551) (дата обращения: 01.06.2025).

4. О единых программах подготовки водителей механических транспортных средств и лиц, обучающих управлению ими : Постановление М-ва транспорта и коммуникаций Респ. Беларусь от 23 окт. 2012 № 47 // Национальный правовой Интернет-портал Республики Беларусь. – URL: <https://pravo.by/document/?guid=3961&p0=W21226686> (дата обращения: 01.06.2025).

Представлено 27.08.2025

УДК 656.13.05

**АВАРИЙНОСТЬ В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ.
2024 ГОД: ИТОГИ, ПРОБЛЕМЫ И НОВЫЕ ВЫЗОВЫ**

**ACCIDENT RATE IN THE REPUBLIC OF BELARUS.
2024: RESULTS, CHALLENGES AND NEW CHALLENGES**

Семченков С. С., канд. техн. наук,
Капский Д. В., д-р техн. наук., проф.,
Лобашов А. О., д-р техн. наук., проф.,
Белорусский национальный технический университет,
г. Минск, Республика Беларусь
S. Semchenkov, Ph. D. in Eng.,
D. Kapsky, Doct. of Tech. Scienc., Prof.,
A. Lobashov, Doct. of Tech. Scienc., Prof.,
Belarusian National Technical University, Minsk, Republic of Belarus

В статье приводится обзор показателей аварийности в Республике Беларусь по итогам 2024 года, выделяются проблемы, связанные с дорожно-транспортной аварийностью, а также обозначаются новые вызовы в данном контексте.

The article provides an overview of accident rates in the Republic of Belarus by the end of 2024, highlights the problems associated with road traffic accidents, and identifies new challenges in this context.

Ключевые слова: *аварийность в Республике Беларусь, причины аварийности, средства персональной мобильности, дикие животные, молодые водители, автомобилизация.*

Keywords: *accident rate in the Republic of Belarus, causes of accidents, means of personal mobility, wild animals, young drivers, motorization.*

ВВЕДЕНИЕ

Анализ аварийности является важнейшим инструментом оценки состояния безопасности дорожного движения и разработки мер по снижению числа дорожно-транспортных происшествий. В условиях постоянных изменений в социальной и экономической сферах, а также внедрения новых технологий, вопрос обеспечения безопасности дорожного движения приобретает особую актуальность. Настоящая статья посвящена обзору показателей аварийности в Республике Беларусь за 2024 год, в ходе которого рассмотрены статистические данные, выявлены основные проблемы, связанные с дорожно-транспортной аварийностью, а также обозначены новые вызовы, обусловленные современными тенденциями развития дорожной инфраструктуры и транспортных средств.

АВАРИЙНОСТЬ В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ. 2024 ГОД: ИТОГИ, ПРОБЛЕМЫ И НОВЫЕ ВЫЗОВЫ

За 2024 год в Республике Беларусь количество зарегистрированных транспортных средств выросло на 95 тысяч, их общее число почти достигло 4,4 миллиона.

Показатель автомобилизации (обеспеченности населения легковыми автомобилями) достиг 339 автомобилей на 1000 человек населения (вырос с 72 в 1993 году, в 4,7 раза).

Стоит отметить, что всего в Республике на 01.01.2025 зарегистрировано 26 356 электромобилей. За 2024 год количество электромобилей в стране увеличилось в 3,4 раза (за год 18 646 новых электромобилей).

В 2024-м водительские удостоверения впервые получили свыше 60 тысяч граждан. При этом уровень подготовки курсантов автошкол недостаточный, что подтверждается тем, что с первой попытки практический экзамен сдает не более 30 %. Теоретический экзамен с первого раза сдает только 58 % курсантов.

В 2024 г. по сравнению с 2023 г. количество ДТП среди водителей со стажем до одного года выросло на 15 %.

По результатам 2024 года в Республике возросло количество дорожно-транспортных происшествий с участием детей с 419 (2023 год) до 423 ДТП, в которых 22 ребенка погибло (2023 год – 14) и 458 несовершеннолетних были ранены (2023 год – 447).

По вине водителей транспортных средств пострадало 378 детей из 480 (78,8 %). Чаще всего травмировались дети-пассажиры (14 погибло и 188 ранено), причем каждый второй ребенок перевозился с нарушением требований Правил дорожного движения (49 – без использования детского удерживающего устройства, 42 – без ремня безопасности, 7 – пассажиры мотоцикла без мотOSHлема, 1 – на дорожном велосипеде без специально оборудованного сиденья и шлема, 2 – на прицепе к мотоблоку).

В 2024 году задержано 11 000 нетрезвых водителей, управляющих транспортными средствами. Из них повторно в течение года – 244. По вине нетрезвых водителей погибли 47 человек и 198 травмированы. В целом, отмечается снижение количества дорожно-транспортных происшествий по вине нетрезвых водителей (на 11 % меньше ДТП по сравнению с 2023-м годом).

В 2024 году 93 водителя, в том числе 15 нетрезвых, скрылись с мест ДТП, в которых 11 человек погибли и 89 получили травмы.

За 2024 год зафиксировано 82 дорожно-транспортных происшествий с участием средств персональной мобильности (СПМ), пострадали 87 человек, 4 погибло. В целом рост таких происшествий составил 70 %. Стоит обратить внимание, что в данное количество ДТП включены только случаи, когда произошло столкновение пользователей СПМ с механическим транспортным средством.

В 2024 году зафиксировано 3771 ДТП с участием охотничьих животных, что на 11,8 % больше, чем в 2023 году. В этих ДТП погибло 9 человек, 62 человека травмировано (по сравнению с 2020 г. рост 45 %). Что касается диких животных, то погибло 3835 животных (+11,5 %), в т. ч. кабан 136 особей (–9,3 %), зубр, пятнистый олень,

лань, бобр – случаи гибели единичны, косули 2504 особи (+10,6 %), лоси 1020 особей (+11,5 %), благородный олень 158 особей (+64,6 %). Наибольшее количество ДТП в 2024 году произошло во втором (1435 фактов) и четвертом (956) кварталах года. Наименьшее – в первом квартале (604). Пик ДТП пришелся на май (705 фактов, 18,7 %), а минимум – на февраль (155 фактов, 4,1 %). Тенденция роста количества ДТП с участием охотничьих животных продолжается. В 2023 году рост составил 11,7 %, а в 2024 году – 11,8 %. Основные причины – увеличение интенсивности дорожного движения, а также рост поголовья копытных охотничьих животных. На автомобильных дорогах произошло 96,6 % таких происшествий.

За 2024 год физическим и юридическим лицам в установленном порядке выдано 1510315 разрешений на допуск к участию транспортного средства в дорожном движении, с первого раза технический осмотр проходит 8 из 10 транспортных средств. Основные причины для отказа в выдаче разрешения на допуск к участию в дорожном движении: неисправности тормозной системы (недостаточная удельная тормозная сила или не соответствующая установленным требованиям относительная разность тормозных сил колес оси), внешние световыми приборы (нарушение регулировки света фар и значений силы света фар в контрольной точке либо неработоспособность отдельных внешних световых приборов), двигатели (повышенное содержание загрязняющих веществ, дымность, негерметичность системы), обзорность (наличие трещин на стеклах в зонах, где это не допускается), рулевое управление (негерметичность усилителя рулевого привода, несоответствие люфта нормам), колеса и шины (недостаточная глубина рисунка протектора), комплектность (отсутствие огнетушителя, знака аварийной остановки, аптечки).

В большинстве случаев ДТП совершаются из-за отсутствия взаимного уважения между участниками дорожного движения, а также по причине прямого игнорирования правил дорожного движения. По вине водителей произошло 81,5 % ДТП (превышение водителями скоростного режима 13 %, нарушение правил обгона 3 %, выезд на встречную полосу 3 % и проезда перекрестков 14 %, правила маневрирования 10 %, непропуск пешеходов на обозначенных переходах 20 %, управление в состоянии опьянения 13 %, не имея права управления транспортным средством 10 %, а также перевозка малолетних пассажиров без использования детских удерживающих устройств

и другие причины 14 %). По вине пешеходов произошло 13,1 % ДТП (переход проезжей части в неустановленном месте 44 % или на запрещающий сигнал светофора 10 %, неожиданный выход на дорогу 7 % из-за транспортных средств, движение по дороге в состоянии опьянения, отсутствие световозвращающих элементов в темное время суток). В состоянии опьянения находилось 46,5 % пешеходов.

В целом, по итогам 2024-го года увеличилось количество учетных ДТП (+8,8 %; с 3173 до 3453), снизилось число погибших (–0,5 %; с 436 до 434) и выросло число раненных (+11,3 %; с 3417 до 3804). Сведения об аварийности с учетом территориального признака сведены в табл. 1.

Таблица 1 – Статистика аварийности в Республике Беларусь

Территориальный признак	Количество ДТП				Число погибших				Число раненных			
	2023	2024	%	абс.	2023	2024	%	абс.	2023	2024	%	абс.
Брестская обл.	448	507	13,2	59	65	76	16,9	11	467	544	16,5	77
Витебская обл.	387	405	4,7	18	49	65	32,7	16	432	455	5,3	23
Гомельская обл.	432	424	–1,9	–8	64	66	3,1	2	485	458	–5,6	–27
Гродненская обл.	311	339	9,0	28	39	44	12,8	5	340	357	5,0	17
г. Минск	570	644	13,0	74	24	14	–41,7	–10	598	730	22,1	132
Минская обл.	650	685	5,4	35	149	115	–22,8	–34	685	748	9,2	63
Могилевская обл.	375	449	19,7	74	46	54	17,4	8	410	512	24,9	102
Итого	3173	3453	8,8	280	436	434	–0,5	–2	3417	3804	11,3	387

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Анализ полученных результатов позволяет определить ключевые направления для разработки эффективных мер по повышению безопасности дорожного движения и предотвращению аварийных ситуаций в будущем. Увеличение количества дорожно-транспортных происшествий на 8,8 % и связанных с ними последствий подчеркивает необходимость усиления профилактических мер, совершенствования системы организации, контроля и повышения ответственности участников дорожного движения.

По итогам 2024 года индекс социального риска составил 4,73, индекс транспортного риска – 0,98. Новыми вызовами для безопасности движения являются средства персональной мобильности и их интеграция в интенсивное дорожное движение. Полученные результаты подчеркивают, что в соответствии с Концепцией обеспечения безопасности дорожного движения только комплексный и системный подход позволит снизить уровень аварийности, повысить безопасность на дорогах и обеспечить устойчивое развитие транспортной системы в Республике Беларусь.

ЛИТЕРАТУРА

1. Национальный статистический комитет Республики Беларусь : [сайт]. – Минск, 1998–2025. – URL: <http://belstat.gov.by> (дата обращения: 01.06.2025).

2. О Концепции обеспечения безопасности дорожного движения в Республике Беларусь : постановление Совета Министров Респ. Беларусь от 22 мая 2023 г. № 329 // Национальный правовой Интернет-портал Республики Беларусь. – URL: <https://pravo.by/document/?guid=12551&p0=C22300329> (дата обращения: 01.06.2025).

Представлено 27.08.2025

УДК 656.13.05

РАЗРАБОТКА ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ ДЛЯ ОЦЕНКИ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ ВОДИТЕЛЯ

DEVELOPMENT OF INTELLIGENT TECHNICAL MEANS FOR
ASSESSING THE FUNCTIONAL CONDITION OF THE DRIVER

Лешик М. Н., магистрант, **Лобашов А. О.**, д-р техн. наук., проф.,
Семченков С. С., канд. техн. наук,
Белорусский национальный технический университет,
г. Минск, Республика Беларусь
M. Leshik, Graduate Student,
A. Lobashov, Doct. of Tech. Scienc., Prof.,
S. Semchenkov, Ph. D. in Eng.,
Belarusian National Technical University, Minsk, Republic of Belarus

В статье проанализированы существующие методы и технических средства для оценки функционального состояния водителя; был разработан проект создания системы мониторинга функционального состояния водителя.

The article analyzes the existing methods and technical means for assessing the functional state of the driver; a project has been developed to create a system for monitoring the functional state of the driver.

Ключевые слова: функциональное состояние водителя, психофизиология водителя, технические средства оценки состояния, снижение аварийности.

Keywords: functional condition of the driver, psychophysiology of the driver, technical means of assessing the condition, reducing accidents.

ВВЕДЕНИЕ

Современный ритм жизни накладывает определенные требования на функциональное состояние человека, особенно когда речь идет о водителях, чья работа требует высокой концентрации внимания и скорости реакции. Разработка интеллектуальных технических средств для оценки функционального состояния водителя, направленной на повышение безопасности дорожного движения, является актуальной задачей. Особое внимание уделяется созданию систем,

способных в реальном времени анализировать физиологические и психологические параметры водителя, предоставляя объективную оценку его способности к управлению транспортным средством.

РАЗРАБОТКА ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ ДЛЯ ОЦЕНКИ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ ВОДИТЕЛЯ

Для повышения безопасности движения целесообразно ограничить или полностью заблокировать доступ к управлению транспортным средством при наличии факторов, негативно влияющих на водителя. Осуществить эту задачу могут специальные системы и средства, контролирующие состояние водителя, которыми оснащают свои автомобили ряд автопроизводителя. Работа ведется по нескольким направлениям, среди которых контроль усталости, оценка физического напряжения, определение болезненного состояния водителя, что представлено на рис. 1.

Современные технологии предоставляют широкие возможности для мониторинга состояния водителя в реальном времени. Использование датчиков, систем видеонаблюдения, анализа параметров управления транспортным средством и биометрических данных позволяет не только оценивать текущее состояние, но и прогнозировать потенциальные риски.

В качестве мониторинга функционального состояния водителя предлагается система с использованием смарт-браслета с ЭКГ-функцией и КГР-функцией. Данная система позволяет контролировать состояние водителя по четырем направлениям:

- 1) анализирует рациональность действий водителя по управлению;
- 2) анализирует частоту пульса водителя;
- 3) анализирует КГР водителя;
- 4) оценка обратной связи.

Принцип работы: на предприятии водителю выдают смарт-браслет перед выпуском на линию. В ТС браслет соединяется к установленному центральному блоку, к которому подключена кнопка обратной связи. Центральный блок начинает работу при включении транспортного средства.

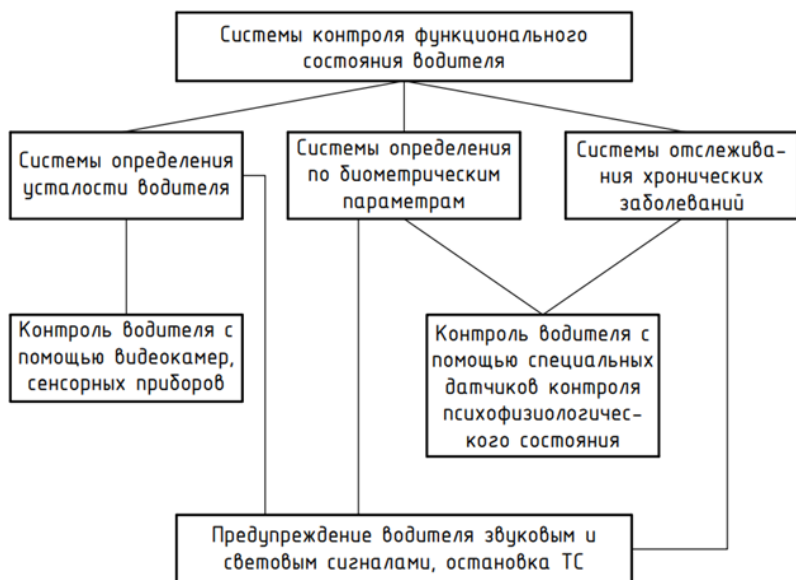


Рисунок 1 – Классификация технических средств оценки функционального состояния водителя

Мониторинг состояния водителя начинается только во время движения. Функционал мониторинга водителя происходит последовательно и в несколько этапов (рис. 2).

Нулевой этап – состояние водителя в норме, он бодр и внимателен, браслет не подает специальных сигналов.

Первый этап – система зафиксировала признаки легкой рассеянности, на руке начинает вибрировать браслет. Проинформировать систему, что состояние водителя в норме можно:

- взбодриться и переключить внимание;
- выполнить активные действия по управлению, если этого требует дорожная ситуация;
- нажать кнопку обратной связи.

Второй этап – водитель не реагирует на предупреждения системы, он находится в полусонном состоянии и может потерять контроль управления, браслет непрерывно вибрирует. Проинформировать систему, что состояние водителя в норме, нужно нажать кнопку обратной связи.

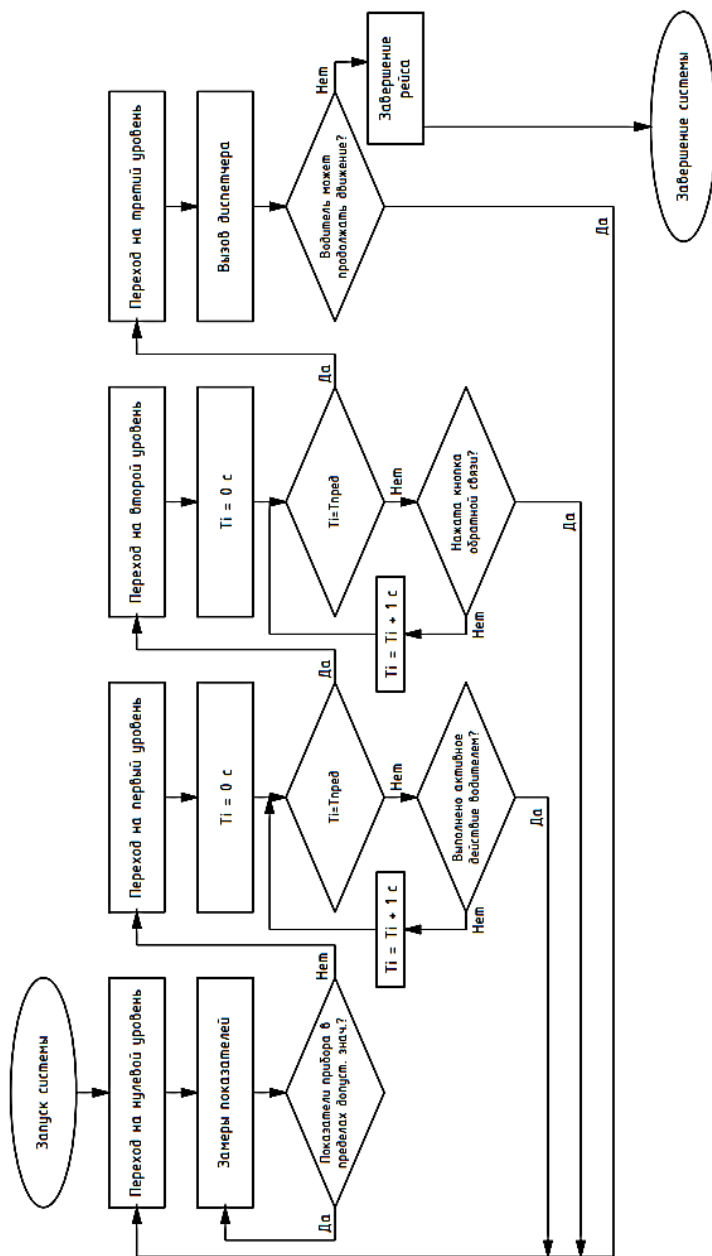


Рисунок 2 – Алгоритм работы мониторинга состояния водителя

Третий этап – функционал на втором этапе не привел к восстановлению водителя, система подает тревожное звуковое оповещение. Состояние водителя недопустимое. В этом случае информация передается диспетчеру и уже он принимает решение о дальнейшем продолжении поездки, исходя из дорожной ситуации, данных системы и информации о водителе.

Система мониторинга состояния водителя простая, неинвазивная, выдает низкую вероятность ошибки, не требует идентификации водителей, а также может встраиваться в любое ТС. Однако, данная система не дает гарантии избежать ДТП.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проанализированы существующие методы и технические средства для оценки функционального состояния и на основании данного были предложены мероприятия по совершенствованию методик и технических средств, подобраны методики для оценки функционального состояния водителя перед и во время работы на линии.

Предложена система мониторинга функционального состояния водителя на основе смарт-браслета с КГР и ЭКГ-функцией. Такая система должна обеспечивать контроль за действиями водителя и снизить вероятность возникновения аварийности.

ЛИТЕРАТУРА

1. Психофизиология участников дорожного движения (Автомобильная психология) / Д. В. Капский, И. И. Лобач, П. А. Пегин. – Мн. : БНТУ, 2016. – 302 с.

2. Еханин, С. Г. Кожно-гальваническая реакция: датчики, приборы, исследования: методические указания к лабораторному занятию по дисциплине «Биомедицинские приборы и датчики» / С. Г. Еханин. – Томск : Томск. гос. ун-т систем упр. и радиоэлектроники, 2022. – 25 с.

3. О Концепции обеспечения безопасности дорожного движения в Республике Беларусь : постановление Совета Министров Респ. Беларусь от 22 мая 2023 г. № 329 // Национальный правовой Интернет-портал Республики Беларусь. – URL: <https://pravo.by/document/?guid=12551&p0=C22300329> (дата обращения: 01.06.2025).

Представлено 27.08.2025

УДК 656.13.05

**КРИТИЧЕСКИЙ ВЗГЛЯД И ПЕРЕОСМЫСЛЕНИЕ
ПОДХОДОВ К ОРГАНИЗАЦИИ РАБОТЫ
МАРШРУТНОГО ПАССАЖИРСКОГО ТРАНСПОРТА
НА ОСНОВЕ ГРАДАЦИИ ПЕРИОДОВ СУТОК**

**A CRITICAL LOOK AND RETHINKING OF APPROACHES
TO THE ORGANIZATION OF ROUTE PASSENGER TRANSPORT
BASED ON THE GRADATION OF PERIODS OF THE DAY**

Земба А. П., магистрант, **Семченков С. С.**, канд. техн. наук,

Лобашов А. О., д-р техн. наук., проф.,

Белорусский национальный технический университет,

г. Минск, Республика Беларусь

A. Zemba, graduate student, S. Semchenkov, Ph. D. in Eng.,

A. Lobashov, Doct. of Tech. Scienc., Prof.,

Belarusian National Technical University, Minsk, Republic of Belarus

В статье проанализированы существующие подходы к организации работы маршрутного пассажирского транспорта, учитывающие временные рамки характерных периодов суток, приводится оценка существующей методике и даются предложения по ее совершенствованию на основе системного подхода.

The article analyzes the existing approaches to organizing the operation of route passenger transport, taking into account the time frame of typical periods of the day, provides an assessment of the existing methodology and makes suggestions for its improvement based on a systematic approach.

Ключевые слова: маршрутный пассажирский транспорт, организация работы, выпуск подвижного состава, временные интервалы работы транспорта, трамвай, троллейбус, автобус.

Keywords: route passenger transport, organization of work, release of rolling stock, time intervals of transport operation, tram, trolleybus, bus.

ВВЕДЕНИЕ

Система перевозок маршрутным пассажирским транспортом (МПТ) является неотъемлемой частью современных населенных пунктов, а также их агломераций. Система МПТ имеет различные

виды характеристик начиная от геометрических параметров маршрутной сети и заканчивая расписаниями движения. Одними из наиболее важных характеристик являются максимальные значения пассажиропотоков, пассажирообмена и пассажирооборота в рамках действующей маршрутной сети, влияющие на последующее развитие транспортной системы в целом.

КРИТИЧЕСКИЙ ВЗГЛЯД И ПЕРЕОСМЫСЛЕНИЕ ПОДХОДОВ К ОРГАНИЗАЦИИ РАБОТЫ МАРШРУТНОГО ПАССАЖИРСКОГО ТРАНСПОРТА НА ОСНОВЕ ГРАДАЦИИ ПЕРИОДОВ СУТОК

Существующий подход при планировании движения МПТ г. Минска предусматривает периодический мониторинг пассажирообмена и пассажиропотоков на остановочных пунктах. Учет производится техниками, а оценка производится визуальным методом на остановочных пунктах. Следует отметить, что несмотря на надежность и эффективность (со стороны выгод-затрат) визуального метода оценивания, данный способ оценки является морально устаревшим и приемлем исключительно в рамках градостроительного планирования при совмещении с иными перекрестными источниками информации.

Ручной анализ и отсутствие достоверных и полных данных о пассажиропотоках (иногда точности порядка 10 пассажиров) приводит недостоверному пониманию истинных корреспонденции жителей города, в связи с чем отсутствует достаточное понимание требований к составлению расписаний движения и параметров выпуска.

Несмотря на обязанность разработки расписаний движения транспорта общего пользования операторами перевозок, действующие расписания принимают конечный вид преимущественно после корректировок перевозчиков, основной целью которых является выполнение доведенных план-заказов, обеспечения водительского состава достаточным количеством рейсов для выполнения перевозок, обеспечения бесперебойности перевозочного процесса и сокращение расходов перевозчика.

Вместе с тем, не принимаются во внимание в должной степени качество и комфорт таковых расписаний для пассажиров (основной тезис: перевозчик обязан выполнить доведенный объем перевозок в соответствии с договорными отношениями, вопросы количества

граждан, обеспечиваемого транспортом, остаются в части операторов).

В условиях отсутствия контроля над работой водительского состава, их режимами работы, технологическими процессами обслуживания транспортных средств, операторы перевозок пассажиров не в состоянии обеспечить наиболее выгодное для пассажиров расписание движения. В силу описанного выше, мы сталкиваемся с тем, что неверные управленческие решения порождают практику потенциально опасных расписаний движения.

В частности, существующая практика подразумевает жесткую структуру времени транспортного обслуживания с разделением на категории, предложенную оператором перевозок пассажиров г. Минска, представленную в табл. 1.

Условно принятая структура распространяется на перевозки пассажиров по всему г. Минску, в связи с чем представляется в большей степени усредненной.

Таблица 1 – Структура времени транспортного обслуживания

Вид дня	Период времени	Характеристика периода времени
1	2	3
Будние дни	05 ⁰⁰ –07 ⁰⁰	Начало работы МПТ, невысокий пассажиропоток
	07 ⁰⁰ –09 ⁰⁰	Часы «пик», скачкообразное увеличение пассажиропотоков до максимальных значений
	09 ⁰⁰ –15 ⁰⁰	Постепенное снижение пассажиропотоков до среднесуточных значений, выход на «плато»
	15 ⁰⁰ –17 ⁰⁰	Постепенное увеличение пассажиропотоков, образование суточных либо локальных максимумов
	17 ⁰⁰ –20 ⁰⁰	Часы «пик», быстрое увеличение значений пассажиропотоков до близких к максимальным с последующим постепенным их снижением
	20 ⁰⁰ –22 ⁰⁰	Устойчивое значение на уровне ниже значительно ниже средних, присутствуют локальные увеличения
	22 ⁰⁰ –01 ⁰⁰	Отсутствие устойчивых пассажиропотоков, перевозки выполняются в связи с необходимостью транспортным обслуживанием населения

Окончание табл. 1

1	2	3
Выходные дни	05 ⁰⁰ –07 ⁰⁰	Начало работы МПТ, невысокий пассажиропоток
	07 ⁰⁰ –09 ⁰⁰	Увеличение пассажиропотоков, образование локальных максимумов
	09 ⁰⁰ –20 ⁰⁰	Стабилизация пассажиропотоков
	20 ⁰⁰ –22 ⁰⁰	Постепенное снижение пассажиропотоков, присутствие локальных максимумов
	22 ⁰⁰ –01 ⁰⁰	Отсутствие устойчивых пассажиропотоков, перевозки выполняются в связи с необходимостью транспортным обслуживанием населения

Разрабатываемые расписания движения имеют прямую зависимость от представленной структуры времени, в связи с чем отсутствует отражение существующих корреспонденций. Результатом неверно составленных расписаний движения являются следующие негативные эффекты: переполнение салонов пассажирами (в следствие психологии поведения пассажиров о совершении поездок в максимально допустимое позднее время выезда); образование заторовых ситуации на уличной сети (в силу неверного планирования выпуска по маршрутам и низкой скорости сообщения).

Вместе с тем, присутствуют и расписания движения, точно скорректированные по «потребностям пассажиров» (рис. 1).

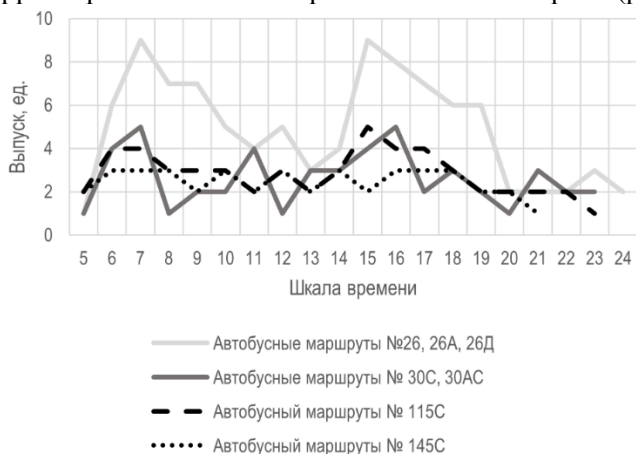


Рисунок 1 – Диаграмма выпуска по времени суток

Несмотря на принципиальные различия представленных частных примеров (различные трассы движения, целевое назначение маршрутов, объемы движения и т. д.), присутствует подчинение общей закономерности, схожей, но не идентичной описанию принятой структуры времени. Таковая закономерность вызвана удаленностью пассажирообразующих остановочных пунктов от основных пунктов назначения поездок. Следует отметить, что существующие пассажиропотоки по маршрутам пассажирского транспорта являются отражением действующей маршрутной сети, но не отражают реальные потребности пассажиров в перевозках. При этом исследование показателей пересадочности пассажиров в существующих реалиях также не позволяют скорректировать знания о потребностях в полной мере.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Требуется определение гибкого механизма определения локальных максимумов выпуска подвижных единиц в соответствии с географическими признаками маршрутов: видом маршрута (диаметральный, радиальный и т. п.), территориальной принадлежности условным районам (определяемым скоплением мест образования и притяжения пассажиров; с центроидами в «середине массы»), протяженностью трассы следования.

Дополнительным фактором, влияющим на структуру времени, является социальный фактор – доступность жилого сектора: доступность жилых помещений влияет на перераспределение плотности заселения города. В этой связи требуется одновременный учет доступности жилого фонда и его удаленность от объектов приложения труда, торгово-бытового назначения и иных объектов притяжения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Планирование устойчивой городской мобильности : монография / И. Н. Пугачев, А. О. Лобашов, С. С. Семченков [и др.]. – Хабаровск : Изд-во ДВГУПС, 2023. – 147 с.
2. Семченков, С. С. Секторальный метод повышения эффективности маршрутного пассажирского транспорта / С. С. Семченков, Д. В. Капский, А. О. Лобашов // Мир транспорта и технологических машин. – 2023. – № 1–2(80). – С. 64–73.

Представлено 27.08.2025

УДК 656.13.05

**КЛЮЧЕВЫЕ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ ПАРАМЕТРЫ
ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ МАССОВОЙ
ПЕРЕВОЗКИ ПАССАЖИРОВ**

**KEY OPERATIONAL PARAMETERS OF VEHICLES FOR MASS
TRANSPORTATION OF PASSENGERS**

Семченков С. С., канд. техн. наук,

Лобашов А. О., д-р техн. наук., проф.,

Поварехо А. С., канд. техн. наук., доц.,

Белорусский национальный технический университет,

г. Минск, Республика Беларусь

S. Semchenkov, Ph. D. in Eng.,

A. Lobashov, Doct. of Tech. Scienc., Prof.,

A. Povarekho, Ph. D. in Eng., Ass. Prof.,

Belarusian National Technical University, Minsk, Republic of Belarus

В статье рассматриваются ключевые эксплуатационные параметры транспортных средств для массовой перевозки пассажиров, рассматривается понятие номинальной вместимости транспортных средств и приводится подход к рациональной вместимости транспортного средства, приводится обзор критериев классификации транспортных средств.

The article examines key operational parameters of vehicles for mass passenger transportation, examines concept of nominal capacity of vehicles and provides an approach to the rational capacity of a vehicle, provides an overview of criteria for classifying vehicles.

Ключевые слова: эксплуатационные параметры, маршрутный пассажирский транспорт, классификация транспортных средств, номинальная вместимость, виды вместимости.

Keywords: operational parameters, route passenger transport, classification of vehicles, nominal capacity, types of capacity.

ВВЕДЕНИЕ

Основой эффективной организации массовых перевозок пассажиров является рациональный выбор вида и модели транспортного средства для работы на маршруте.

Этот выбор должен быть сделан обоснованно, при этом выбранное транспортное средство должно отвечать основным условиям, соблюдение которых необходимо для успешного выполнения городских перевозок пассажиров.

Выбранное транспортное средство должно соответствовать уровню спроса на перевозки на рассматриваемом маршруте, обеспечивать пассажирам необходимый уровень комфорта, а его пассажироместимость должна гарантировать такие интервалы, которые будут допустимыми для пассажира при ожидании маршрутного транспортного средства в любой точке маршрута (в зависимости от времени суток и дня недели) и не будут противоречить условиям безопасности дорожного движения.

Правила автомобильных перевозок пассажиров устанавливают, что количество перевозимых пассажиров, масса их багажа и (или) ручной клади, масса транспортного средства и нагрузки на его оси не должны превышать норм, установленных организацией-изготовителем. Изготовитель транспортных средств, в свою очередь, руководствуется Правилами ООН № 36, 107 и обеспечивает выполнение требований ТР ТС 018/2011.

КЛЮЧЕВЫЕ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ ПАРАМЕТРЫ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ МАССОВОЙ ПЕРЕВОЗКИ ПАССАЖИРОВ

Правилами дорожного движения установлено, что допустимая габаритная длина автобуса (троллейбуса, электробуса) не может превышать 13,50 м для одиночных, 15,00 м — для одиночных трехосных, 18,75 м — для сочлененных (транспортное средство, состоящее из двух или более жестких шарнирно-соединенных между собой секций так, что обеспечивается перемещение пассажиров из одной секции в другую), при этом ширина не может быть более 2,55 м, а высота — более 4,00 м.

Технически допустимая максимальная масса одиночного двухосного автобуса (троллейбуса, электробуса) не должна превышать

18,0 т, одиночного трехосного – 24,0 т, а сочлененного трехосного – 28,0 т.

Большое значение для работы на линии имеют показатели маневренности. Так, конструкция нерельсового транспортного средства любой компоновки должна гарантировать движение по полной круговой траектории в 360° в пределах зоны, ограниченной двумя концентрическими окружностями: внешней радиусом 12,50 м, и внутренней – радиусом 5,30 м (рис. 1).

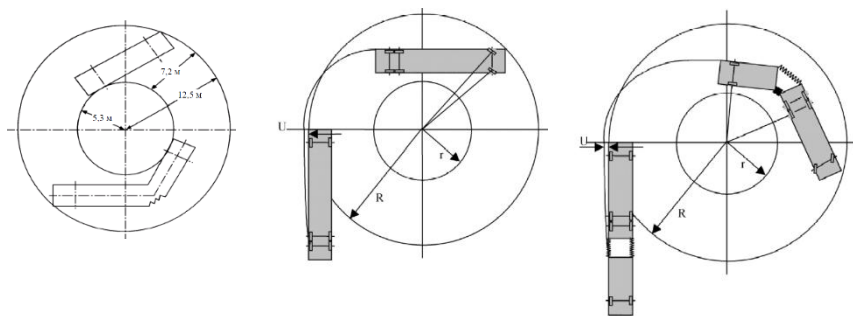


Рисунок 1 – Параметры маневренности автобусов и троллейбусов
($R = 12,50$ м, $r = 5,30$ м, $U \leq 0,60$ м)

При этом ни одна из крайних точек транспортного средства (за исключением выступающих частей, которые не учитываются при изменении ширины транспортного средства), не должна выходить за пределы окружностей кругов, а при входе на круговую кривую вынос транспортного средства U (рис. 1) не должен составлять более 0,60 м.

Отдельно следует обратить внимание, что вопреки сложившемуся стереотипу о «плохой маневренности сочлененных автобусов и троллейбусов», они конструкционно предназначены для работы на тех же маршрутах, на которых работают одиночные 12-метровые транспортные средства.

Рациональная вместимость транспортного средства определяется исходя из величины пассажиропотока на лимитирующем перегоне путем расчета на основе нахождения компромисса между затратами предприятия маршрутного пассажирского транспорта и допустимым временем ожидания транспортного средства пассажиром, находящимся на остановке, с учетом названных эксплуатационных факторов.

Результаты таких расчетов сведены в табл. 1 и могут быть использованы при принятии решения о выборе рациональной вместимости маршрутного транспортного средства.

Таблица 1 – Рациональная вместимость ТС

Величина пассажиропотока на лимитирующем перегоне, пасс./ч.	200–500	500–700	700–1300	1300–1500	1500–2250	2250 и выше
Рациональная вместимость транспортного средства, пасс.	40	60	80	95	110	180

При организации массовых перевозок пассажиров в качестве характеристики транспортного средства следует использовать номинальную пассажировместимость, определенную как сумму количества мест для сидения и количества мест для пассажиров, которые едут стоя, исходя из заполнения площади пола салона, предназначенной для размещения таких пассажиров, равному 5 пасс./м^2 , как пороговому для пассажирского комфорта.

Отдельно следует остановиться на системе классификации автобусов, основа которой была заложена в отраслевой нормали ОН 025 270-66, в соответствии с которой производимым в СССР транспортным средствам присваивались обозначения, включающие буквенное обозначение марки (завода-изготовителя), а также цифровое обозначение модели в соответствии с системой обозначений вида, класса транспортного средства по его длине и порядковым номером модели транспортного средства. Отраслевой нормалью выделено пять классов автобусов: 2 (длина 4,5–5,0 м), 3 (6,0–7,5 м), 4 (9,0–9,5 м), 5 (10,5–11,0 м), 6 (11,5–18,0 м).

Развитие система классификации автобусов получила с введением в действие ГОСТ 18716-73 «Автобусы. Ряд габаритных длин», в соответствии с которым для автобусов, в зависимости от их габаритной длины, предусмотрено пять классов длины: особо малый (длина до 5,0 м), малый (6,0–7,5 м); средний (8,0–9,5 м); большой (10,0–12,0 м); особо большой (сочлененный 16,5–24,0 м).

При этом ГОСТ 18716-73 допускает некоторые отклонения граничных значений диапазонов габаритных длин, по которым транспортные средства относят к тому или иному классу, с учетом кото-

рых классификация автобусов приобретет следующий вид: особо малый (длина до 6,0 м), малый (4,8–7,8 м); средний (6,4–10,2 м); большой (8,0–13,2 м); особо большой (сочлененный 13,2–24,0 м).

Стоит отметить, что в настоящее время данная классификация не является полной и, в частности, не учитывает отдельные типоразмеры выпускаемых производителями транспортных средств (например, 15-метровые трехосные автобусы МАЗ-107 не подходят ни под один перечисленный в ОН или ГОСТ класс).

Авторы вынуждены отметить, что на предприятиях маршрутного пассажирского транспорта, а также в научной печати, к сожалению, начала происходить подмена понятий «класса длины» транспортного средства (по длине) на «вид вместимости», что привело к возникновению производных терминов «большая вместимость» (БВ), «особо большая вместимость» (ОБВ), однако критерии отнесения транспортного средства к той или иной категории, выраженные граничным числом пассажиров, нигде не были определены и не закреплены. В связи с чем, необоснованное применение терминов БВ и ОБВ не является корректным.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Ключевым эксплуатационным параметром транспортных средств для массовых перевозок пассажиров является номинальная вместимость (из расчета 5 пасс./м²) транспортных средств. При этом выбор рациональной вместимости подвижного состава определяется мощностью пассажиропотока на лимитирующем перегоне. Вопреки расхожему мнению, в настоящий момент не существует классификации транспортных средств по виду вместимости.

ЛИТЕРАТУРА

1. Планирование устойчивой городской мобильности : монография / И. Н. Пугачев, А. О. Лобашов, С. С. Семченков [и др.]. – Хабаровск : Изд-во ДВГУПС, 2023. – 147 с.
2. Семченков, С. С. Повышение эффективности работы маршрутного пассажирского транспорта применением секторального метода / С. С. Семченков, Д. В. Капский // Транспорт и транспортные системы: конструирование, эксплуатация, технологии : сб. науч. статей / Белор. нац. техн. ун-т. – Мн. : БНТУ, 2021. – Вып. 3. – С. 170–185.

Представлено 27.08.2025

УДК 656.13.05

СИСТЕМЫ ИНФОРМИРОВАНИЯ ПассажиРОВ ДЛЯ ПОДВИЖНОГО СОСТАВА МАРШРУТНОГО ПАССАЖИРСКОГО ТРАНСПОРТА

PASSENGER INFORMATION SYSTEMS FOR ROLLING STOCK OF SCHEDULED PASSENGER TRANSPORT

Каснакин К. В., магистрант,
Белорусский национальный технический университет,
г. Минск, Республика Беларусь
K. Kasnakin, Graduate Student,
Belarusian National Technical University, Minsk, Republic of Belarus

В статье рассматриваются системы информирования пассажиров для подвижного состава маршрутного пассажирского транспорта, производимые предприятиями Республики Беларусь. Дается краткая характеристика функциональных возможностей, аппаратного и программного обеспечения.

The article describes passenger information systems by belarussian manufacturers for public transport vehicles. It provides a brief overview of the functional capabilities, hardware, and software.

Ключевые слова: *маршрутный пассажирский транспорт, информационная система, информирование пассажиров, информационное обеспечение.*

Keywords: *route passenger transport, information system, passenger information, information support.*

ВВЕДЕНИЕ

Одним из важных аспектов организации работы маршрутного пассажирского транспорта является информирование пассажиров о маршрутах и трассах, остановках, порядке оплаты проезда и иных актуальных сведениях.

В Республике Беларусь развитие этой области масштабно началось с 2000-х годов, когда новый подвижной состав стал массово комплектоваться информационными системами белорусского производства. До этого времени в транспортных парках использовались

только речевые информаторы, и явление это не имело повсеместный характер.

По состоянию на 2025 год на подвижном составе маршрутного пассажирского транспорта Республики Беларусь используется более шести типов информационных систем, три из которых – отечественного производства.

СИСТЕМЫ ИНФОРМИРОВАНИЯ ПАССАЖИРОВ ДЛЯ ПОДВИЖНОГО СОСТАВА МАРШРУТНОГО ПАССАЖИРСКОГО ТРАНСПОРТА

Одной из первых белорусских разработок в сфере информационных систем подвижного состава маршрутного пассажирского транспорта стала «Система информационная транспорта» производства Минского завода «Электроника». Система представляет собой попытку реверс-инжиниринга системы производства Buse s. r. o. (Бланско, Чехия), архитектура аппаратного и программного обеспечения частично аналогична архитектуре чешской системы.

Стандартный комплект поставки системы включает в себя пульт управления, три внешних светодиодных табло (в ранних модификациях – блинкерных) для вывода номера маршрута транспортного средства и конечных пунктов, салонное табло для вывода названий текущей и следующей остановок на маршруте и произвольной информации.

Базовый функционал системы, доступный через включенное в комплект поставки программное обеспечение, позволяет предоставлять пассажирам следующую информацию:

- номер маршрута на внешних табло;
- конечный пункт следования на внешних табло;
- объявление текущей и следующей остановок;
- объявление произвольной информации после объявления следующей остановки;
- вывод названий текущей и следующей остановок на салонное табло;
- вывод на салонное табло произвольной информации при следовании транспортного средства к следующей остановке.

Ключевой особенностью системы «Интеграл» является способ ее программирования: пульт управления работает в качестве интерпрета-

тора команд, а файлы описания маршрутов являются, по сути, скриптовыми файлами на специальном языке. Программное обеспечение для подготовки данных, поставляемое с системой, позволяет создавать такие файлы через графический интерфейс, предоставляя базовый функционал, а руководство по эксплуатации системы предоставляет подробное описание скриптового языка, позволяя вручную формировать файлы маршрутов и, таким образом, значительно расширить возможности системы. Например, выводить список ключевых остановок маршрута на салонное табло, изменять порядок объявлений, добавлять и удалять любые из них, выводить дату и время на салонном табло, изменять информацию на внешних табло на любом участке маршрута несколько раз за рейс, а не только при смене маршрута.

Среди белорусских аналогов аппаратное обеспечение системы в эксплуатации показывает относительно большую надежность. Основные неисправности связаны с некорректным выводом информации на салонное табло и периодическими проблемами коммутации пульта управления с внешними табло. Последнее обусловлено механизмом реализации заимствованного у чешских систем протокола связи.

Система «Интеграл» в различных комплектациях широко используется на подвижном составе маршрутного пассажирского транспорта в Беларуси и странах СНГ.

Первая комплексная информационная система для подвижного состава маршрутного пассажирского транспорта была разработана на Минском электромеханическом заводе. Система включает в себя следующие компоненты: три блинкерных внешних табло для вывода номера маршрута и конечных пунктов, салонное светодиодное табло для вывода текущей, следующей остановки и произвольной информации, пульт управления. Стандартные возможности системы аналогичны возможностям системы «Интеграл», но аппаратное обеспечение систем имеет значительные отличия. Так, в системе «Интеграл» внешние табло работают по протоколу IBIS (полный аналог чешских систем), а система «МЭМЗ» реализует свой, куда менее гибкий протокол передачи данных, который позволяет изменять информацию только при смене рейса, а не в любой момент времени. Помимо этого, из-за особенностей реализации принципиальных схем компонентов системы уровень ее надежности значительно ниже, чем у аналогов. Среди самых распространенных неисправностей – выход из строя подсветки внешних табло, множественные неисправности салонного

табло и существенное искажение информации на внешних табло, вплоть до полной нечитаемости текста.

Программное обеспечение системы, с одной стороны, крайне дружелюбно к пользователю, не имеющему опыта работы на персональном компьютере (что обусловлено временным периодом разработки системы, когда такие навыки были скорее желательны, чем обязательны), а с другой – жестко ограничено в своем функционале и на практике в разы увеличивает объем работы для подготовки требуемых данных. Например, в отличие от системы «Интеграл», в программном обеспечении системы «МЭМЗ» отсутствует база данных остановок и данных внешних табло, что вынуждает дублировать данные для каждого маршрута и значительно затрудняет их обновление пользователем в дальнейшем.

Базовый функционал системы «МЭМЗ» аналогичен системе «Интеграл», а расширение этого функционала в глобальном смысле невозможно из-за того, что алгоритмы вывода данных на компоненты системы заложены в программе микроконтроллера пульта управления, а не в пользовательских файлах, подготавливаемых стандартным программным обеспечением. Тем не менее остается возможность некоторой модификации работы системы без обновления программы микроконтроллера пульта управления путем изменения бинарных файлов данных о маршрутах после их генерации стандартным программным обеспечением.

С 2009 года Минским электромеханическим заводом было начато производство новой модификации информационной системы, а старая модификация снята с производства. Хотя алгоритм вывода информации для пассажиров не претерпел глобальных изменений, аппаратное обеспечение системы было значительно переработано, а программное обеспечение полностью заменено, что привело к несовместимости как компонентов систем разных модификаций, так и используемых пультами управления файлов данных. Таким образом, при одновременной эксплуатации двух модификаций системы требуется подготовка одних и тех же данных о маршрутах в разных форматах с использованием различных программных средств.

Основными отличиями новой версии системы стали новый пульт управления, светодиодные внешние табло с возможностью вывода динамической информации и измененный протокол передачи данных между компонентами системы. Основными недостатками системы по-

прежнему остались высокий уровень брака аппаратного обеспечения и возросшая трудоемкость процесса подготовки данных о маршрутах из-за особенностей интерфейса программного обеспечения.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проведенный обзор позволил систематизировать сведения о системах информирования пассажиров белорусского производства и сформировать представление об их стандартном функционале, комплектах поставки, возможностях, основных преимуществах и недостатках.

ЛИТЕРАТУРА

1. Планирование устойчивой городской мобильности : монография / И. Н. Пугачев, А. О. Лобашов, С. С. Семченков [и др.]. – Хабаровск : Изд-во ДВГУПС, 2023. – 147 с.
2. Основы автоматизации интеллектуальных транспортных систем : учебник / Д. В. Капский, Е. Н. Кот, С. В. Богданович [и др.]. – М. ; Вологда : Инфра-Инженерия, 2022. – 412 с.
3. Устойчивая городская мобильность: теория и практика развития : учебник / А. О. Лобашов, С. С. Семченков, Е. Н. Кот [и др.]. – М. ; Вологда : Инфра-Инженерия, 2023. – 236 с.
4. Маршрутный транспорт городов Полоцка и Новополоцка: эффективность и тенденции развития / Д. В. Капский [и др.]. – Новополоцк : Полоцкий государственный университет, 2021. – 308 с.

Представлено 27.08.2025

**ПРОЕКТИРОВАНИЕ РЕЖИМОВ ТРУДА И ОТДЫХА
ВОДИТЕЛЕЙ СОСТАВЛЕНИЕМ РАСПИСАНИЯ
ДВИЖЕНИЯ УСОВЕРШЕНСТВОВАННЫМ МЕТОДОМ
ЛЕНТОЧНОГО ГРАФИКА**

Семченков С. С., канд. техн. наук,
Лобашов А. О., д-р техн. наук., проф., **Земба А. П.**, магистрант,
Белорусский национальный технический университет,
г. Минск, Республика Беларусь
S. Semchenkov, Ph. D. in Eng.,
A. Lobashov, Doct. of Tech. Scienc., Prof.,
A. Zemba, Graduate Student,
Belarusian National Technical University, Minsk, Republic of Belarus

В статье предлагается усовершенствованный метод ленточного графика составления расписания движения., предназначенный для проектирования режимов труда и отдыха.

The article proposes an improved method of a lenient timetable for the preparation of traffic schedules, intended for the design of work and rest modes.

Ключевые слова: маршрутный пассажирский транспорт, расписание движения, ленточный график, режимы труда и отдыха водителей.

Keywords: route passenger transport, timetable, schedule, work and rest modes for drivers.

ВВЕДЕНИЕ

Известен метод «ленточного графика» составления расписания движения, суть которого заключается в графическом представлении каждого оборотного рейса на шкале времени с назначением для каждого оборотного рейса выпусков в соответствии с режимами работы транспортных средств на маршруте. Построения выполняются в осях «время–время» и позволяют определить последовательность выполнения рейсов для каждого выпуска маршрута. Развитием данного метода является предлагаемое проектирование режимов труда и отдыха водителей.

ПРОЕКТИРОВАНИЕ РЕЖИМОВ ТРУДА И ОТДЫХА ВОДИТЕЛЕЙ СОСТАВЛЕНИЕМ РАСПИСАНИЯ ДВИЖЕНИЯ С ПРИМЕНЕНИЕМ МЕТОДА ЛЕНТОЧНОГО ГРАФИКА

Для этого выполняются следующие действия (рис. 1):

- на оси абсцисс наносится шкала времени, которая размечается точками O_1, O_2, O_3 с шагом, равным времени оборотного рейса $T_{об}$ ($O_1O_2 = T_{об}, O_2O_3 = T_{об}$ и т. д.);
- аналогичная разметка с начальным смещением, равным продолжительности оборотного рейса ($OO_1 = T_{об}$), наносится на верхней оси, параллельной оси абсцисс (у шкалы сверху);
- соответствующие друг другу точки соединяются наклонными линиями (O_1 снизу и O_1 сверху, O_2 снизу и O_2 сверху и т. д.);
- в соответствии с определенными интервалами графическими изображениями горизонтальных стрелок наносятся оборотные рейсы по времени отправления со станции А маршрута, при этом время отправления со станции А определяется графически (и наносится на график) так, чтобы обеспечить равномерное распределение времени отпавлений в рассматриваемом периоде.

На примере рис. 1:

- расчетный интервал с 06:00 до 07:00 составил 15 мин. – оборотные рейсы распределены равномерно с шагом 15 мин.;
- расчетный интервал с 07:00 до 08:00 составил 10 мин. – оборотные рейсы распределены равномерно с шагом 10 мин.;
- расчетный интервал с 08:00 до 09:00 составил 6,7 мин. – оборотные рейсы графически распределены в течение часа с чередованием 7 мин. – 6 мин., 7 мин. – 6 мин. и т. д.;
- расчетный интервал с 09:00 до 10:00 составил 8,6 мин. – оборотные рейсы графически распределены с чередованием шага 8 мин. – 9 мин. и т. д.;
- расчетный интервал с 10:00 до 11:00 составил 10 мин. – оборотные рейсы графически распределены с шагом 10 мин.

Аналогичным образом распределяется время отправления со станции А на основе расчетных интервалов до времени окончания работы маршрута. Далее в соответствии с установленными режимами работы на каждый оборотный рейс производится назначение выпусков, которые их будут выполнять (рис. 2).

Назначение выпусков производится в порядке возрастания их номеров при непрерывном сопоставлении диаграммы режимов работы

выпусков и последовательности времен отправления оборотных рейсов на ленточном графике (рис. 2). Следует соблюдать общее правило, по которому номера выпусков, следующих друг за другом по горизонтали «стрелочек», могут совпадать либо могут смещаться вверх, но не вниз («смещение вниз» допускается на 1–2 мин. в исключительных случаях на стыке характерных периодов) за счет сокращения стоянки на ст. А.

Нулевые рейсы (в начале и конце работы выпусков) распределяются равномерно между рейсами, выполняемыми по маршруту. На ленточном графике обед обозначают штриховой линией, соединяющей смежные рейсы, разрыв или отстой обозначается штрихпунктирной линией (рис. 2). Нулевые рейсы выпусков, которые выходят на линию обозначаются «угловой» стрелкой по направлению «вниз», а нулевые рейсы, которые снимаются с линии – «угловой» стрелкой по направлению «вверх» (рис. 2).

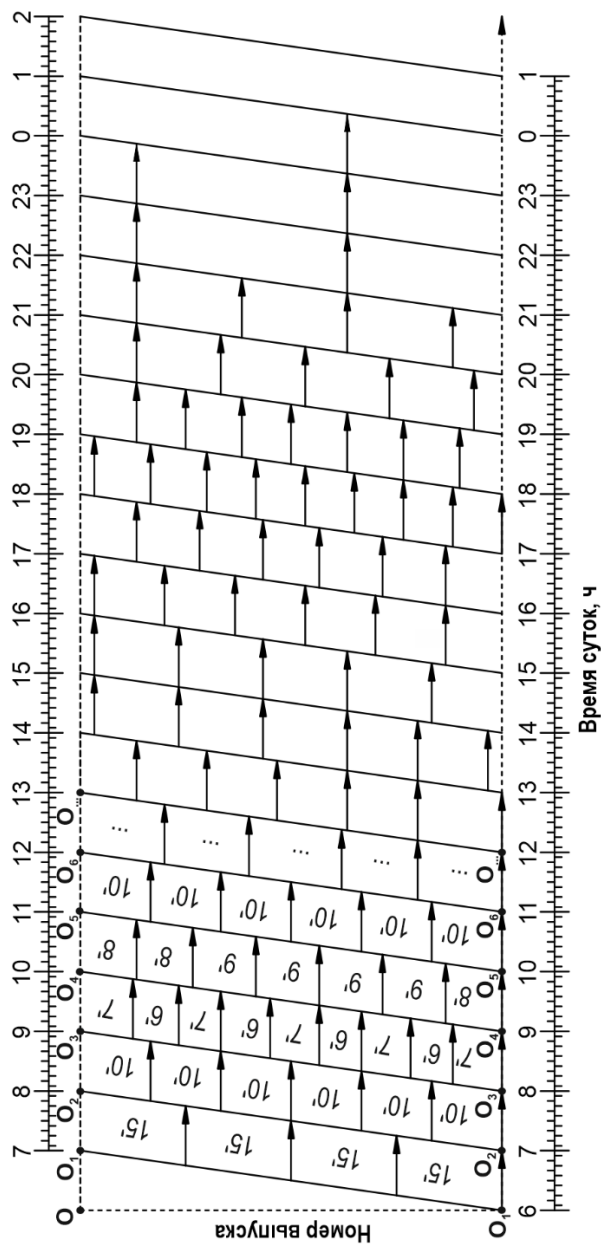


Рисунок 1 – Предварительное назначение рейсов по рассчитанным интервалам движения при ленточном методе составления расписания движения маршрута

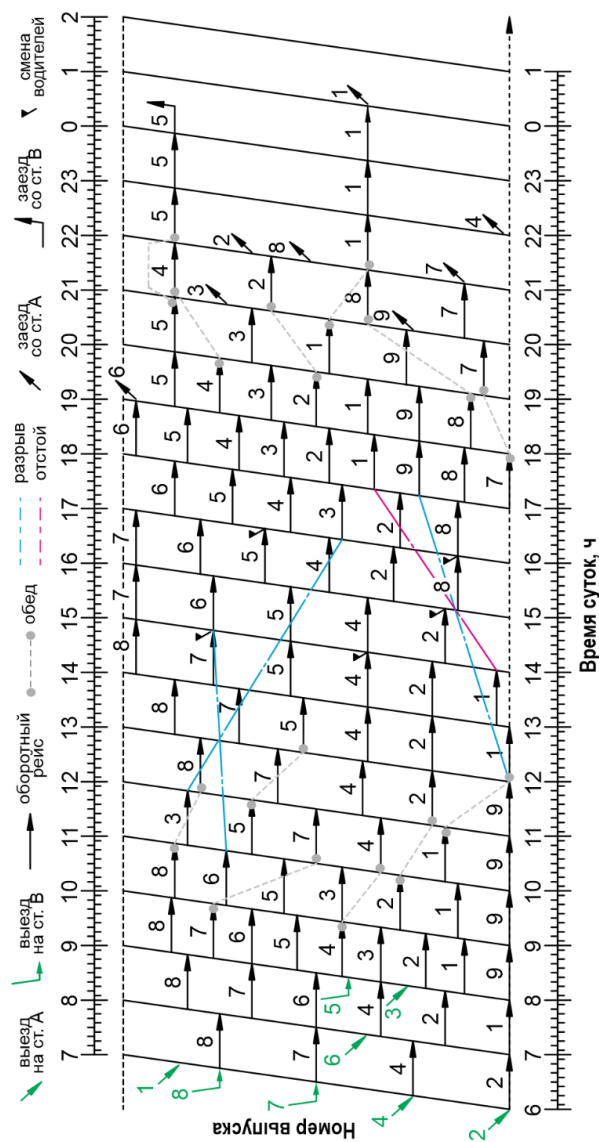


Рисунок 2 – Назначение выпусков маршрута на рейсы, определенные ленточным методом составления расписания движения маршрута

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Описанный алгоритм проектирования режимов труда и отдыха водителей с использованием усовершенствованного метода ленточного графика составления расписания движения может широко применяться для организации работы маршрутного пассажирского транспорта в устойчивых транспортных системах. Наглядность метода позволяет на этапе проектирования обеспечивать выполнение ряда условий, необходимых для соблюдения требований как режима труда и отдыха водителей, так и руководствуясь принципами рациональной организации перевозок пассажиров на маршрутах.

ЛИТЕРАТУРА

1. Доля, В. К. Пассажирские перевозки : учебник / В. К. Доля. – Харьков : Форт, 2011. – 504 с.
2. Kapsky, D. Measures to improve the operation of passenger transport and urban mobility / D. Kapsky, S. Semtchenkov, L. Khmel'nitskaya // Communications – Scientific Letters of the University of Žilina. – 2023. – № 1. – С. 14–25.

Представлено 27.08.2025

**ПРИМЕНЕНИЕ ГРАФИЧЕСКОГО МЕТОДА
ПРИ СОСТАВЛЕНИИ РАСПИСАНИЙ ДВИЖЕНИЯ
МАРШРУТНОГО ПАССАЖИРСКОГО ТРАНСПОРТА**

**THE USE OF THE GRAPHICAL METHOD IN THE PREPARATION
OF TIMETABLES FOR SCHEDULED PASSENGER TRANSPORT**

Семченков С. С., к-т техн. наук, **Лешик М. Н.**, магистрант,
Явлаш Н. С., магистрант,

Белорусский национальный технический университет,
г. Минск, Республика Беларусь

S. Semchenkov, Ph. D. in Eng., M. Leshik, Graduate Student,
N. Yawlash, Graduate Student,

Belarusian National Technical University, Minsk, Republic of Belarus

В статье рассматривается возможность применения метода графика движения поездов при составлении расписания движения маршрутного пассажирского транспорта, рассматриваются достоинства и недостатки метода для организации массовых перевозок пассажиров наземным транспортом.

The article considers the possibility of using the train timetable method in the preparation of a timetable for route passenger transport, examines the advantages and disadvantages of the method for organizing mass passenger transportation by land transport.

Ключевые слова: *маршрутный пассажирский транспорт, расписание движения, график движения поездов, режимы труда и отдыха водителей.*

Keywords: *route passenger transport, timetable, train timetable, work and rest modes for drivers.*

ВВЕДЕНИЕ

Известен метод составления графика движения поездов, суть которого заключается в графическом представлении каждого рейса, при этом построения выполняются в осях «время–расстояние» и позволяют легко определить местоположение транспортного средства при выполнении рейсов. После составления расписания производится назначение для каждого рейса выпуска маршрута, который его

будет выполнять с учетом графика оборота подвижного состава и его режимов работы.

ПРИМЕНЕНИЕ ГРАФИЧЕСКОГО МЕТОДА ПРИ СОСТАВЛЕНИИ РАСПИСАНИЙ ДВИЖЕНИЯ МАРШРУТНОГО ПАССАЖИРСКОГО ТРАНСПОРТА

Для составления расписания движения маршрутного пассажирского транспорта с использованием графического метода графика движения поездов необходимо использовать данные графоаналитического расчета режимов работы транспортных средств маршрута, которые позволяют определить время начала и конца работы для каждого выпуска в пределах часа. Однако следует учесть, что все транспортные средства не могут бессистемно выходить на маршрут и покидать его.

Для этого определяется интервалы движения в каждый час:

$$I_{i-(i+1)} = \frac{t_{об}}{A_{i-(i+1)}},$$

где $t_{об}$ – время обратного рейса, мин.;

$A_{i-(i+1)}$ — количество транспортных средств на маршруте.

Результаты расчетов интервалов движения для условного маршрута с $t_{об} = 1$ ч сведены в табл. 1.

Таблица 1 – Расчетные интервалы движения по часам суток

Часы суток	Количество транспортных средств	Интервал движения, мин.	Часы суток	Количество транспортных средств	Интервал движения, мин.
6–7	4	15,0	15–16	6	10,0
7–8	6	10,0	16–17	7	8,6
8–9	9	6,7	17–18	9	6,7
9–10	7	8,6	18–19	8	7,5
10–11	6	10,0	19–20	5	12,0
11–12	5	12,0	20–21	4	15,0
12–13	6	10,0	21–22	2	30,0
13–14	6	10,0	22–23	2	30,0
14–15	5	12,0	23–24	2	30,0

Суть метода графика движения поездов заключается в графическом представлении каждого рейса на шкале времени с последующим

назначением для каждого рейса выпусков в соответствии с определенными режимами работы. Для этого выполняется следующая последовательность действий (рис. 1):

- на оси абсцисс наносится шкала времени, которая размечается от времени начала работы маршрута до времени окончания;

- в соответствии с определенными интервалами наносятся оборотные рейсы (слева–направо снизу–вверх – рейс АВ, слева–направо сверху–вниз – рейс ВА и т. д.).

По данным табл. 1 на рис. 1 определяются и наносятся:

- расчетный интервал с 06:00 до 07:00 составил 15 минут – рейсы графически распределены равномерно с шагом 15 минут;

- расчетный интервал с 07:00 до 08:00 составил 10 минут – рейсы графически распределены равномерно с шагом 10 минут;

- расчетный интервал с 08:00 до 09:00 составил 6,7 минут – рейсы графически распределены в течение часа с чередованием 7 минут – 6 минут, 7 минут – 6 минут и т. д.;

- расчетный интервал с 09:00 до 10:00 составил 8,6 минут – рейсы графически распределены с чередованием шага 8 минут – 9 минут и т. д.;

- расчетный интервал с 10:00 до 11:00 составил 10 минут – рейсы графически распределены с шагом 10 минут.

Аналогичным образом распределяется время отправления со станции А на основе расчетных интервалов до времени окончания работы маршрута. Далее в соответствии с установленными режимами работы на каждый рейс производится назначение выпусков, которые их будут выполнять (рис. 1).

Сопоставляя диаграмму режимов работы выпусков на рис. 1 и последовательность отправления рейсов на график назначаются в порядке возрастания номеров выпуски.

При этом после выполнения рейса соединяются смежные линии в точках прибытия на станцию и точках отправления.

При постановке выпуска на разрыв или отстой, смежные рейсы соединяют штриховой линией (в пространстве ниже шкалы времени).

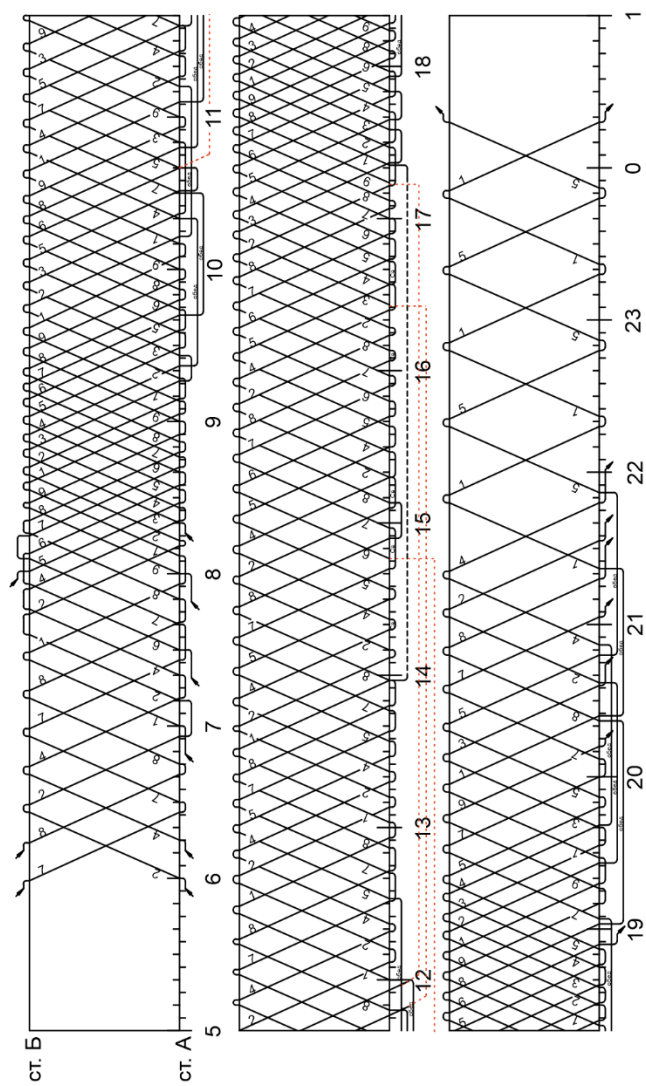


Рисунок 1 – Разработка расписания движения маршрута применением метода графика движения поездов

При назначении обеденных перерывов также следует руководствоваться диаграммой режимов работы выпусков, смежные рейсы соединяют линией с отступом от оси Х «ст. А» (ниже оси «ст. А», но выше шкалы времени), обозначающей обед выпуска и выполняется соответствующая метка.

Как правило, постановка выпусков на обед, отстой и разрыв осуществляется на станции А. При наличии обоснования допускается постановка на обед, отстой и разрыв на станции В.

Нулевые рейсы выпусков, которые снимаются с линии, обозначаются угловой стрелкой по направлению «вверх» при заезде и угловой стрелкой по направлению «вниз» при выезде.

Нулевые рейсы распределяются равномерно между рейсами, выполняемыми по маршруту.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Описанный алгоритм может широко применяться при составлении расписаний движения маршрутного пассажирского транспорта в устойчивых транспортных системах. Наглядность метода позволяет на этапе проектирования обеспечивать соблюдение интервалов движения, комбинировать различные маршруты и исключать одновременное отправление транспортных средств различных маршрутов, движущихся по общим участкам маршрутной сети. Недостатком данного метода являются графические построения, однако выполнение рутинных операций может быть организовано с помощью автоматизированных рабочих мест, что позволит облегчить работу разработчику расписания движения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Доля, В. К. Пассажирские перевозки: учебник / В. К. Доля. – Харьков : Форт, 2011. – 504 с.
2. Устойчивая городская мобильность: теория и практика развития : учебник / А. О. Лобашов, С. С. Семченков, Е. Н. Кот [и др.]. – Вологда : Инфра-Инженерия, 2023. – 236 с.
3. Маршрутный транспорт городов Полоцка и Новополоцка: эффективность и тенденции развития / Д. В. Капский [и др.]. – Новополоцк : Полоцкий государственный университет, 2021. – 308 с.

Представлено 27.08.2025

УДК 656.13.05

**ОБОСНОВАНИЕ СЕТИ СКОРОСТНОГО СООБЩЕНИЯ
МАРШРУТНОГО ПАССАЖИРСКОГО ТРАНСПОРТА
ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ УСТОЙЧИВОЙ МОБИЛЬНОСТИ
В НОЧНОЕ ВРЕМЯ В Г. МИНСКЕ**

**SUBSTANTIATION OF THE RAPID TRANSIT PASSENGER
TRANSPORT NETWORK TO ENSURE SUSTAINABLE MOBILITY
AT NIGHT IN MINSK**

Являш Н. С., магистрант, **Семченков С. С.**, канд. техн. наук,

Кот Е. Н., канд. техн. наук, доц.,

Белорусский национальный технический университет,

г. Минск, Республика Беларусь

N. Yawlash, Graduate Student, S. Semchenkov, Ph. D. in Eng.,

E. Kot, Ph. D. in Eng., Assoc. Prof.,

Belarusian National Technical University, Minsk, Republic of Belarus

В статье представлено обоснование сети скоростного сообщения маршрутного пассажирского транспорта для обеспечения устойчивой мобильности граждан в ночное время в г. Минске. Исследование включает анализ текущей ситуации на маршрутном пассажирском транспорте, выявление проблемных зон и потребностей пассажиров в ночной период. Предложена рациональная сеть скоростных маршрутов.

The article presents a network of high-speed routes for passenger public transportation to ensure sustainable mobility of citizens during nighttime in Minsk. The study includes an analysis of the current situation in route passenger transport, identification of problem areas, and the needs of passengers during the night. A rational network of high-speed routes is proposed.

Ключевые слова: скоростной маршрутный транспорт, устойчивая мобильность, ночная маршрутная сеть, рациональная маршрутная сеть.

Keywords: high-speed route transport, sustainable mobility, night route network, rational route network.

ВВЕДЕНИЕ

Минск является крупнейшим городом, столицей Беларуси, и обладает численностью населения более двух миллионов человек. В связи с этим г. Минск по праву можно назвать двухмиллионным мегаполисом. В то же время ритм жизни мегаполиса диктует свои правила, которые влияют на мобильность населения и характер поездок, в т. ч. в ночное время.

РАЗРАБОТКА СЕТИ СКОРОСТНОГО СООБЩЕНИЯ МАРШРУТНОГО ПАССАЖИРСКОГО ТРАНСПОРТА ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ УСТОЙЧИВОЙ МОБИЛЬНОСТИ В НОЧНОЕ ВРЕМЯ В Г. МИНСКЕ

Поездки пассажиров в ночном мегаполисе укрупненно можно разделить на связанные с необходимостью возврата домой после работы и прибытия на работу в ночное или раннее утреннее время, на поездки, необходимость которых сформирована пересадкой на другие виды транспорта, выполняющие перевозки в пригородном, междугородном и международном сообщении, на поездки, связанные со сферой туризма и развлечениями.

Потребность выполнения первых поездок главным образом сформирована доставкой работников почты, связи, торговли, общественного питания, медицины, транспорта к местам работы в раннее утреннее время (к 4–5 часам утра) и доставка их домой в ночное время (после 1–2 часа ночи).

Второй тип поездок обусловлен стыковочными пересадками с другими видами транспорта. Например, согласно разработанному расписанию в разделе 3, автобусы по маршруту «Минск – Каунас» отправляются от автовокзала «Центральный» в 4:45, а прибывают на него же в 2:45.

При этом метрополитен в г. Минске осуществляет перевозки пассажиров в период с 5:30 до 0:40, а первый троллейбус прибывает в район ж/д вокзала (и автовокзала «Центральный») в 5:11 (нулевой рейс по маршруту № 36), трамвай – в 5:24 (нулевой рейс по маршруту № 1), автобус – в 5:52 (рейс по маршруту № 127). Последние же отправления по маршрутам наземного городского пассажирского транспорта (далее — ГПТ) из рассматриваемого района происходят примерно в 0:30, причем в большинстве своем это отправления по нулевым рейсам в парк.

Единственным маршрутом, который работает в ночное время, является пригородный автобусный маршрут № 300э «Минск – Национальный аэропорт «Минск», но его остановки в пределах города находятся только на автовокзале «Центральный», около ж/д вокзала и возле станции метро «Уручье», что делает возможность его использования в качестве полноценного ГПТ крайне ограниченным.

В настоящее время добраться от центра к другим районам города ночью можно: на личном автомобиле; на такси; на средствах персональной мобильности.

Каждый из этих вариантов имеет свои недостатки:

- личный автомобиль – источник повышенной опасности, когда на улицах города свободно и есть возможность практически безнаказанно превысить установленные скоростные ограничения;
- стоимость такси в ночное время, как правило, превышает дневной тариф в несколько раз;
- средства персональной мобильности позволяют передвигаться по городу только в летнее время года при хорошей погоде и при условии отсутствия при себе большого количества личных вещей.

Таким образом, организация движения ГПТ в ночное время имеет следующие преимущества:

- ГПТ является удобным и экономным способом добраться домой;
- развитие частного бизнеса: при запуске движения ГПТ в ночное время, больше людей смогут перемещаться по городу к различным активностям, клубам, барам, ресторанам; бизнес, в свою очередь, может продлить время работы для своих ночных посетителей;
- повышение безопасности на улицах города: в ночное время, при создании доступной альтернативы личному автомобилю, риск того, что уставший или нетрезвый водитель сядет за руль, будет снижен;
- повышение общей безопасности в городе: транспорт, работающий в ночное время, повышает социальный контроль: чем больше людей ходит по городу ночью (а не едет в личном автомобиле или такси), тем в нем безопаснее;
- возможность добраться домой или на работу, если человек работает в ночную смену: достаточное количество людей работает в различных организациях и на предприятиях в ночную смену; одним из примеров являются работники филиалов государственного пред-

приятия «Минсктранс» (водители, диспетчеры, сотрудники ремонтных служб и иные сотрудники), в каждом из которых существует порядка 5–10 маршрутов, работающих в ночное время в режиме служебных поездок, для обеспечения подвоза персонала к каждому из филиалов.

В этой связи представляется целесообразным проработка вопроса организации движения наземным ГПТ в период, когда перевозки им не выполняются (приблизительно с 0:30 до 5:30). Стоит отметить, что практика применения ночных маршрутов находит применения в ряде городов мира, в связи с чем проработка данного вопроса для г. Минска также является актуальной.

При разработке расписания движения ночных маршрутов необходимо руководствоваться следующими принципами:

- интервал движения на каждом из маршрутов составляет 30 минут;

- для маршрутов, которые следуют не из центра, необходимо организовать максимально удобные для пассажиров пересадки с маршрутов из центра на данные маршруты и наоборот;

- одновременные отправления от начального остановочного пункта «Вокзал» допускаются максимум для 3 транспортных средств;

- отправления всех маршрутов от конечного остановочного пункта «Вокзал» должно осуществляться либо в :00 и :30 минут, либо в :15 и :45 минут каждого часа, что позволит разместить все маршруты на конечной станции; маршрутам, трассы которых проходят относительно недалеко друг от друга (1–1,5 км) по возможности необходимо организовать разные времена отправления от ТПУ (с интервалом 15 минут между маршрутами) для улучшения транспортного обслуживания тех районов, которых находятся между трассами движения данных маршрутов;

- для маршрутов, отправляющихся в :00 и :30 минут первые отправления из центра города необходимо организовать в 0:30, а последние – в 5:30; для маршрутов, отправляющихся в :15 и :45 минут первые отправления из центра города необходимо организовать в 0:15, а последние – в 5:15.

Для однозначного толкования применяемой терминологии, также необходимо введение термина «ночной маршрут» – маршрут в регу-

лярном сообщении, по которому осуществляются перевозки пассажиров в период, когда маршруты городского наземного пассажирского транспорта (т. н. транспорт общего пользования), осуществляющие перевозки большую часть суток (утром, днем, вечером и частично ночью), не работают.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Введение сети скоростного маршрутного пассажирского транспорта в ночное время в Минске необходимо для обеспечения удобства и безопасности пассажиров, особенно в условиях ограниченного времени работы маршрутного пассажирского транспорта. Это повысит мобильность горожан, улучшит доступ к ночным объектам инфраструктуры и рабочим местам, а также стимулирует развитие городской экономики и туризма. Такая сеть позволит обеспечить более современное, эффективное и комфортное передвижение по городу в формате «24/7», соответствуя современным требованиям комфорта и безопасности населения. Таким образом, ночной маршрутный транспорт является важным элементом системы городской мобильности, обеспечивая ее стабильность и экономическую эффективность.

ЛИТЕРАТУРА

1. Основы автоматизации интеллектуальных транспортных систем : учебник / Д. В. Капский, Е. Н. Кот, С. В. Богданович [и др.]. – Вологда : Инфра-Инженерия, 2022. – 412 с.
2. Устойчивая городская мобильность: теория и практика развития : учебник / А. О. Лобашов, С. С. Семченков, Е. Н. Кот [и др.]. – Вологда : Инфра-Инженерия, 2023. – 236 с.
3. Семченков, С. С. Секторальный метод повышения эффективности маршрутного пассажирского транспорта / С. С. Семченков, Д. В. Капский, А. О. Лобашов // Мир транспорта и технологических машин. – 2023. – № 1–2(80). – С. 64–73.

Представлено 27.08.2025

**РАЗРАБОТКА СЕТИ НОЧНЫХ МАРШРУТОВ
ГОРОДСКОГО ПАССАЖИРСКОГО ТРАНСПОРТА
В Г. МИНСКЕ**

**DEVELOPMENT OF A NETWORK OF NIGHT ROUTES
FOR URBAN PASSENGER TRANSPORT IN MINSK**

Явлаш Н. С., магистрант, **Семченков С. С.**, канд. техн. наук,

Кот Е. Н., канд. техн. наук, доц.,

Белорусский национальный технический университет,

г. Минск, Республика Беларусь

N. Yawlash, Graduate Student, S. Semchenkov, Ph. D. in Eng.,

E. Kot, Ph. D. in Eng., Assoc. Prof.,

Belarusian National Technical University, Minsk, Republic of Belarus

В статье представлена разработанная модель маршрутной сети скоростного сообщения маршрутного пассажирского транспорта для обеспечения устойчивой мобильности граждан в ночное время в г. Минске. Предложена рациональная сеть скоростных маршрутов.

The article presents a developed model of a route network for high-speed passenger transport to ensure sustainable mobility for citizens during nighttime in Minsk. A rational network of high-speed routes is proposed.

Ключевые слова: скоростной маршрутный транспорт, устойчивая мобильность, ночная маршрутная сеть, рациональная маршрутная сеть.

Keywords: high-speed route transport, sustainable mobility, night route network, rational route network.

ВВЕДЕНИЕ

Разработка транспортной сети является одним из важнейших этапов при создании транспортной системы любых масштабов. Любая маршрутная сеть должна создаваться на основании следующих принципов: все основные пункты тяготения пассажиров, жилые микрорайоны и производственные зоны связываются транспортными ли-

ниями, по возможности, по кратчайшим расстояниям; линии транспорта по возможности трассируются по магистральным и основным жилым улицам; основные линии транспорта проектируются по магистральным улицам и улицам; обеспечивается минимизацию длины сети ГПТ при условии максимального обслуживания территории города.

РАЗРАБОТКА СЕТИ НОЧНЫХ МАРШРУТОВ ГОРОДСКОГО ПАССАЖИРСКОГО ТРАНСПОРТА В Г. МИНСКЕ

При разработке маршрутной сети ночных маршрутов в г. Минске также будем руководствоваться следующими принципами:

1. Пешеходная доступность от остановочного пункта, через который проходит ночной маршрут, до каждого жилого здания в г. Минске по возможности не должна превышать 1,5 км.

2. Центр города и каждый филиал государственного предприятия «Минсктранс» должны связываться ночным маршрутом с целью создания комфортных условий сотрудникам данных филиалов и уменьшения количества дежурных маршрутов, на которых не происходит перевозка пассажиров.

3. Необходимо обеспечить связь г. Минска с такими крупными населенными пунктами в Минской агломерации как Боровляны, Гатово, Заславль, Колодищи, Мачулищи, Ратомка, Сеница в связи с тем, что в данных районах живет большое количество сотрудников государственного предприятия «Минсктранс», а также в связи с тем, что данные населенные пункты в целом имеют тесную транспортную связь с г. Минском, что подтверждает высокая интенсивность движения транспорта в данных направлениях в дневное время.

4. Транспортная сеть должна иметь радиальный тип схемы, что предполагает создание транспортно-пересадочного узла (далее – ТПУ), на котором пассажиры смогут удобно пересаживаться с одного маршрута на другой. При этом допускается наличие хордовых, кольцевых и иных типов маршрутов с целью осуществления пересадок на них для покрытия транспортной сетью большей площади города.

Станцией А (местом начала) всех маршрутов был определен ТПУ «Вокзал», на котором имеются две платформы для посадки пассажиров автобусов и троллейбусов, платформа для посадки-высадки пас-

сажиров трамваев, достаточное место для межрейсовых отстоев подвижного состава, а также ограниченное движение личного автомобильного транспорта.

При нумерации маршрутов целесообразно руководствоваться следующими принципами:

- если трасса ночного маршрута полностью дублирует трассу обычного маршрута, то их номера аналогичны;
- если трасса ночного маршрута не дублирует полностью ни один «дневной маршрут», то ночные маршруты обозначаются с добавлением префикса «Н» (ночной);
- при нумерации ночных маршрутов следует исходить из соображениями схожести номера ночного маршрута с номером обычного маршрута, имеющим похожую трассу либо имеющего аналогичную станцию назначения или следующего в тот же, через тот же район (микрорайон) города.

С учетом изложенных принципов была разработана маршрутная сеть, состоящая из 19 маршрутов (табл. 1, рис. 1).

Таблица 1 – Перечень разработанных ночных маршрутов

№ м-та	Вид транспорта	Наименование маршрута	Модель
1	трамвай	Вокзал – Зеленый Луг	АКСМ-Т811
7	трамвай	Вокзал – Серебрянка	АКСМ-Т811
Н8	троллейбус	Вокзал – Запад – Ратомка (Подгорье)	МАЗ-203Т (303Т)
Н13	автобус	Вокзал – Курасовщина	МАЗ-206
Н27	троллейбус	Вокзал – Зеленый Луг – Боровляны	МАЗ-203Т (303Т)
Н46	автобус	Вокзал – Сухарево	МАЗ-206
Н61	троллейбус	Вокзал – Зеленый Луг	МАЗ-203Т (303Т)
Н64	троллейбус	Вокзал – Дражня – Ангарская	МАЗ-203Т (303Т)
Н74	троллейбус	Вокзал – Юго-Запад – Малиновка	МАЗ-203Т (303Т)
Н78	автобус	Вокзал – Брилевичи	МАЗ-210 (203)
Н95	автобус	Вокзал – Каменная Горка	МАЗ-206
Н102	автобус	Калиновского – Степанка	МАЗ-210 (203)
Н104	автобус	Вокзал – Лошица – Чижовка	МАЗ-206
Н105	автобус	Вокзал – Сеница – Мачулищи	МАЗ-206
Н108	автобус	Чижовка – Гатово	МАЗ-206
Н135	автобус	Вокзал – Уручье – Копище	МАЗ-210 (203)
Н169	автобус	Уручье-2 – Великий Лес – Колодищи	МАЗ-206
Н190	автобус	Вокзал – Ждановичи – Заславль	МАЗ-206
Н300	автобус	Вокзал – Сокол – Национальный аэропорт "Минск"	МАЗ-203С

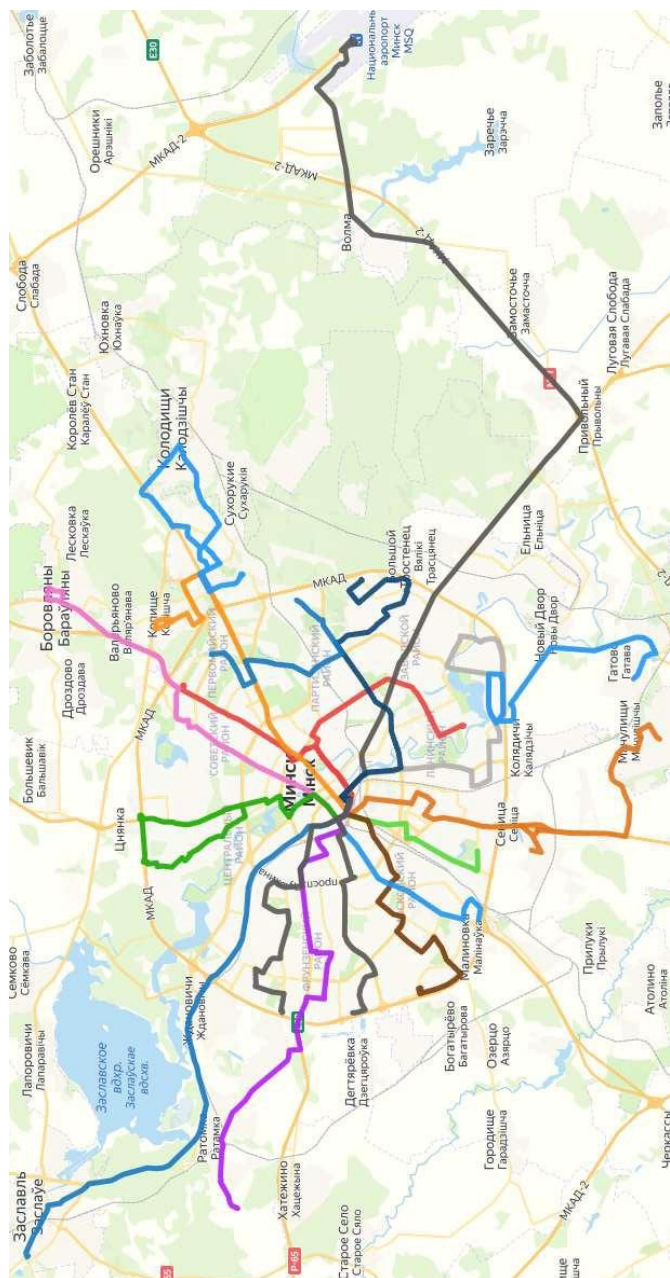


Рисунок 1 – Разработанная маршрутная сеть ночного сообщения городского пассажирского транспорта

Выбор подвижного состава для перевозок необходимо производить на основании предполагаемого пассажиропотока на маршрутах. Также необходимо учитывать возможность эксплуатации электротранспорта (трамвай, троллейбус) на том или ином маршруте.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Разработанная модель позволяет снизить время в пути, повысить комфорт и безопасность пассажиров, а также обеспечить стабильную работу транспортной системы в ночное время. Полученные результаты могут быть использованы для дальнейшего развития городской транспортной инфраструктуры и формирования устойчивых транспортных решений, способствующих улучшению качества городской мобильности в Минске.

ЛИТЕРАТУРА

1. Планирование устойчивой городской мобильности : монография / И. Н. Пугачев, А. О. Лобашов, С. С. Семченков [и др.]. – Хабаровск : ДВГУПС, 2023. – 147 с.
2. Основы автоматизации интеллектуальных транспортных систем : учебник / Д. В. Капский, Е. Н. Кот, С. В. Богданович [и др.]. – Вологда : Инфра-Инженерия, 2022. – 412 с.
3. Устойчивая городская мобильность: теория и практика развития : учебник / А. О. Лобашов, С. С. Семченков, Е. Н. Кот [и др.]. – Вологда : Инфра-Инженерия, 2023. – 236 с.
4. Маршрутный транспорт городов Полоцка и Новополоцка: эффективность и тенденции развития / Д. В. Капский [и др.]. – Новополоцк : Полоцкий государственный университет, 2021. – 308 с.
5. Семченков, С. С. Секторальный метод повышения эффективности маршрутного пассажирского транспорта / С. С. Семченков, Д. В. Капский, А. О. Лобашов // Мир транспорта и технологических машин. – 2023. – № 1–2(80). – С. 64–73.

Представлено 27.08.2025

**ПУТИ РЕШЕНИЯ НЕКОТОРЫХ ПРОБЛЕМ
ПРИ ОРГАНИЗАЦИИ НОЧНОГО МАРШРУТНОГО
ПАССАЖИРСКОГО ТРАНСПОРТА В Г. МИНСКЕ**

**WAYS TO SOLVE SOME PROBLEMS IN THE ORGANIZATION
OF NIGHT ROUTE PASSENGER TRANSPORT IN MINSK**

Явлаш Н. С., магистрант, **Капский Д. В.**, д-р техн. наук., проф.,
Семченков С. С., канд. техн. наук,
Белорусский национальный технический университет,
г. Минск, Республика Беларусь
N. Yawlash, Graduate Student, D. Kapsky, Doct. of Tech. Scienc., Prof.,
S. Semchenkov, Ph. D. in Eng.,
Belarusian National Technical University, Minsk, Republic of Belarus

В статье представлены пути решения некоторых проблем, возникающих при организации сети скоростного сообщения маршрутного пассажирского транспорта. Исследование включает анализ текущей ситуации и формирование предложений, направленных на решение выявленных проблем.

The article presents ways to solve some of the problems that arise when organizing a high-speed network of route passenger transport. The study includes an analysis of the current situation and the formation of proposals aimed at solving the identified problems.

Ключевые слова: скоростной маршрутный транспорт, устойчивая мобильность, ночная маршрутная сеть, создание транспортно-пересадочных узлов.

Keywords: high-speed route transport, sustainable mobility, night route network, creation of transport hubs.

ВВЕДЕНИЕ

Разработка вопросов, связанных с организацией скоростного сообщения маршрутного пассажирского транспорта в ночное время, повлекла за собой выявление некоторых проблем, решение которых необходимо для успешной работы ночных маршрутов. К числу данных проблем относятся вопросы интеграции маршрутного пассажир-

ского транспорта в светофорное регулирование, вопросы организации работы в режиме «остановок по требованию», а также вопросы организации пересадочного узла.

ПУТИ РЕШЕНИЯ НЕКОТОРЫХ ПРОБЛЕМ ПРИ ОРГАНИЗАЦИИ НОЧНОГО МАРШРУТНОГО ПАССАЖИРСКОГО ТРАНСПОРТА В Г. МИНСКЕ

Для создания эффективного и комфортного транспортного обслуживания в ночное время, необходимо, чтобы потери времени при движении (ожидание разрешающего сигнала светофора, выполнение остановок на каждом остановочном пункте, даже если на нем при выполнении данного рейса нет необходимости осуществления высадки и посадки пассажиров) были сведены к минимуму.

Вопрос нахождения на светофорных объектах в ожидании разрешающего сигнала решается за счет уже внедряемой сейчас системы приоритизации проезда перекрестков городским пассажирским транспортом. С учетом того, что трассы ночных маршрутов практически не пересекают друг друга (что практически исключает вероятность одновременного подъезда маршрутных транспортных средств к перекресткам с разных направлений), это позволит создать систему, при которой транспортные средства на ночных маршрутах будут идеально интегрированы в «зеленую волну», а останавливаться будут останавливаться только для посадки-высадки пассажиров, а также для межрейсового отстоя на конечных станциях.

Необходимость останавливаться на каждом остановочном пункте обусловлена п. 230 Правил автомобильных перевозок пассажиров. Для исправления данной ситуации необходимо внести изменения в данные правила и допустить возможность транспортным средствам осуществлять перевозку пассажиров с посадкой–высадкой пассажиров на остановочных пунктах в режиме «по требованию»: если на остановочном пункте есть один или несколько пассажиров либо при получении звукового сигнала от пассажиров в салоне (с помощью кнопок «STOP», размещенных в салоне каждого транспортного средства) не позднее чем за 150 и 300 м до прибытия на остановочный пункт в пределах населенного пункта и вне населенного пункта соответственно, водитель должен произвести остановку для посадки и (или) высадки пассажиров на данном остановочном пункте.

Немаловажным вопросом, не позволяющим в полной степени сейчас реализовать систему ночных маршрутов по разработанным выше трассам маршрутов, является отсутствие остановочного пункта для трамваев «Вокзал» при движении в направлении ул. Ульяновской. Отсутствие данной остановки не позволяет в полной степени назвать данную область, на которой предполагается пересадка с одного ночного маршрута на другой, транспортно-пересадочным узлом, так как для пересадку на ночные маршруты № 1 и 7 необходимо осуществлять на о. п. «Ленинградская», расположенный в 500 метрах от о. п. «Кирова» (где происходит высадка пассажиров ночных маршрутов).

С учетом того, что в месте, где нахождение трамвайного о. п. «Вокзал» выглядит логичным с точки зрения организации работы городского пассажирского транспорта, происходит увеличение количества полос для движения транспорта в направлении ул. Московской, оборудование данного остановочного пункта лишь отдалит данное увеличение количества полос примерно на 40 м (которые необходимы для создания платформы для посадки-высадки пассажиров), не повлияв в значительной степени на пропускную способность ул. Бобруйской. Предложения по совершенствованию представлено на рис. 1.

Немаловажным стоит отметить, что в течение долгого времени в XX веке остановочный пункт в указанном месте функционировал (рис. 2), но в определенный момент было принято решение о переносе данного остановочного пункта, негативно повлиявшее на работу ГПТ возле железнодорожного вокзала как для пассажиров, совершающим пересадку с ж/д транспорта от станции «Минск-Пассажирский» на трамвай, так и для пассажиров, совершающим пересадки в зоне ТПУ «Вокзал», а также для пассажиров, которые пользуются трамваем в данном районе города для личных целей (для того, чтобы добраться на работу, к общественным заведениям и т. п.). В процессе реконструкции улицы Бобруйской в 2014 г. данный остановочный пункт также не был сооружен.

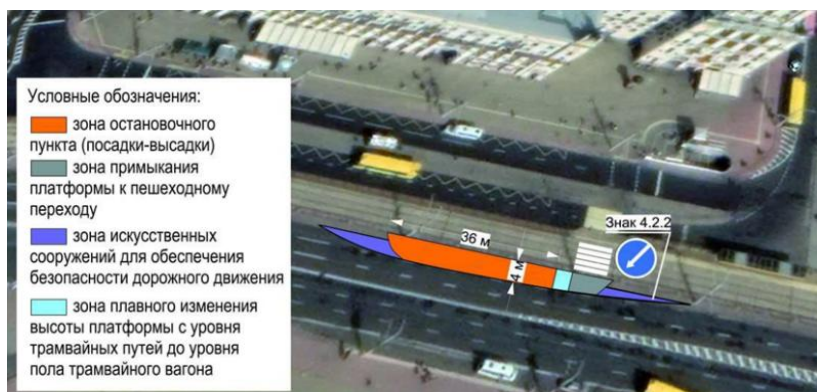


Рисунок 1 – Предложения по совершенствованию о. п. «Вокзал»



Рисунок 2 – Историческая фотография, на которой видно наличие остановочного пункта «Вокзал» для трамваев в направлении ул. Ульяновской

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В заключение можно подчеркнуть, что эффективная организация ночного скоростного пассажирского транспорта требует комплексного подхода к решению выявленных проблем. Интеграция маршрутных

маршрутов в системы светофорного регулирования, разработка оптимальных схем работы в режиме «остановок по требованию» и создание удобных пересадочных узлов являются ключевыми направлениями, обеспечивающими повышение эффективности и привлекательности ночного транспортного сообщения. Реализация этих мер позволит повысить качество обслуживания пассажиров, сократить время поездки и обеспечить безопасную и комфортную перевозку в ночное время, что, в свою очередь, поспособствует развитию городской транспортной системы в целом.

ЛИТЕРАТУРА

1. Планирование устойчивой городской мобильности : монография / И. Н. Пугачев, А. О. Лобашов, С. С. Семченков [и др.]. – Хабаровск : ДВГУПС, 2023. – 147 с.
2. Устойчивая городская мобильность: теория и практика развития : учебник / А. О. Лобашов, С. С. Семченков, Е. Н. Кот [и др.]. – Вологда : Инфра-Инженерия, 2023. – 236 с.
3. Semtchenkov, S. Application of the sectoral method to improve the efficiency of route passenger transport / S. Semtchenkov, D. Kapsky // WUT Journal of Transportation Engineering. – 2022. – № 134. – P. 17–33.
4. Kapsky, D. Measures to improve the operation of passenger transport and urban mobility / D. Kapsky, S. Semtchenkov, L. Khmel'nitskaya // Communications – Scientific Letters of the University of Žilina. – 2023. – № 1. – P. 14–25.
5. Капский, Д. В. Подход к решению задачи формирования секторов при организации работы водителей на предприятиях маршрутного пассажирского транспорта на основе псевдодобулевой оптимизации / Д. В. Капский, Д. С. Саражинский, С. С. Семченков // Вестн. Полоц. гос. ун-та. Сер. В. Промышленность. Прикладные науки. – 2023. – № 1. – С. 77–81.

Представлено 27.08.2025

**СТАТИСТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ДАННЫХ
ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ ПОДВИЖНОГО СОСТАВА
ПРЕДПРИЯТИЯМИ МАРШРУТНОГО
ПАССАЖИРСКОГО ТРАНСПОРТА**

**STATISTICAL ANALYSIS OF DATA ON THE OPERATION
OF ROLLING STOCK BY ENTERPRISES OF ROUTE PASSENGER
TRANSPORT**

Земба А. П., магистрант, **Семченков С. С.**, канд. техн. наук,

Капский Д. В., д-р техн. наук., проф.,

Белорусский национальный технический университет,

г. Минск, Республика Беларусь

A. Zemba, Graduate Student, S. Semchenkov, Ph. D. in Eng.,

D. Kapsky, Doct. of Tech. Scienc., Prof.,

Belarusian National Technical University, Minsk, Republic of Belarus

В статье рассматривается возможный способ улучшения качества обслуживания и эксплуатации транспортных средств посредством использования информационных технологий.

The article discusses a possible way to improve the quality of service and operation of vehicles through the use of information technology.

Ключевые слова: *маршрутный пассажирский транспорт, транспортное средство, эксплуатация, обслуживание, обработка информации, рекомендации, конструирование.*

Keywords: *passenger transport, vehicle, operation, maintenance, information processing, recommendations, design.*

ВВЕДЕНИЕ

Существующий модельный ряд подвижного состава маршрутного пассажирского транспорта достаточно широк и включает в себя как современные транспортные средства, так и модели, разработанные 20–25 лет назад.

Использование подвижного состава с высокой степенью износа предполагает частое проведения ремонтных работ для поддержания работоспособности машин, техническое обслуживание и регламентированный ремонт не приносят эффективность на должном уровне.

При этом единовременное обновление парка подвижного состава представляется невозможным в силу высокой экономической нагрузки.

В настоящее время в г. Минске разработана концепция электрификации маршрутного пассажирского транспорта общего пользования, которая предполагает обновление подвижного состава с изменением доли видов транспортных средств от общего объема производственной базы.

Несмотря на планируемое приобретение нового модельного ряда подвижного состава, разработки производителей ОАО «Минский автомобильный завод» и ОАО «УКХ «БКМ» основаны на уже имеющихся технологиях, совершенствование происходит посредством модификации тех или иных агрегатных узлов и элементов.

В настоящее время в процессе эксплуатации и обслуживания транспортных средств отсутствует практика обоснованного статистического сбора данных о проводимых мероприятиях: ЕО, ТО-1, ТО-2, КР проводится исключительно согласно регламентам заводов-изготовителей.

Стоит отметить, что производителями подвижного состава установлены увеличенные межремонтные пробеги на отдельные модели (по отношению к принятой по ТКП 314 системе обслуживания и ремонта подвижного состава).

Например, для троллейбуса АКСМ-32100D «Ольгерд» для г. Санкт-Петербурга периодичность проведения первого технического обслуживания ТО-1 установлена в 3000 км, а периодичность проведения второго технического обслуживания ТО-2 установлена в 15 000 км.

В то же время для троллейбуса АКСМ-321 поставки 2019 г. производителем установлена периодичность проведения первого технического обслуживания ТО-1 один раз в 7 суток (приблизительно 1000 км), а периодичность проведения второго технического обслуживания ТО-2 установлена в 10 000–12 000 км.

Для троллейбуса МАЗ-203Т70 периодичность проведения первого технического обслуживания ТО-1 установлена в 6000 км, а периодичность проведения второго технического обслуживания ТО-2 установлена в 24 000 км.

Для троллейбуса МА3-303Т20 периодичность проведения первого технического обслуживания ТО-1 установлена в 15 000 км, а периодичность проведения второго технического обслуживания ТО-2 установлена в 30 000 км, но не реже двух раз в год.

В условиях такого значительного разнообразия межремонтных пробегов организациям транспорта необходимо своевременное накопление информации и ее статистическая обработка. При этом такой статистический учет должен быть налажен в совокупности с адресным учетом затрат на обслуживание и ремонт подвижного состава.

В такой сложившейся ситуации отсутствует возможность анализа причин поломок, необходимости изменения регламентов обслуживания или, что более важно для развития науки и техники, формирования предложений для заводов-изготовителей по улучшению эксплуатационно-технических показателей и отдельных решений

СТАТИСТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ДАННЫХ ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ ПОДВИЖНОГО СОСТАВА ПРЕДПРИЯТИЯМИ МАРШРУТНОГО ПАССАЖИРСКОГО ТРАНСПОРТА

Для этих целей, а также для сопутствующих процессов заполнения документации при проведении работ и выпуске подвижного состава на линию, имеет место создание отдельного программного продукта, позволяющего сохранять и обрабатывать подробную статистическую информацию о проводимых работах и движении транспортных средств.

В частности, в качестве функциональных особенностей видится уместным применение BI-систем (англ. business intelligence), позволяющих при достаточно малых трудозатратах выявлять закономерности процессов (например, оценка наличия зависимости распространения коррозии от погодных условий). В настоящее время существует возможность сбора достаточного количества информации об условиях движения для предварительного прогнозирования потребности в дополнительном или особом обслуживании, а также для разработки рекомендаций заводам-изготовителям о конструктивных особенностях (потребностях) и сборке транспортных средств.

Для простоты работы с подобным программным продуктом предлагается использовать визуализацию агрегатных узлов транспортных средств их элементов в виде конкретных схем с возможностью масштабирования (например, начиная с общего вида транспортного

средства (рис. 1) и «углубляясь» к конкретным элементам и деталям (рис. 2, 3).

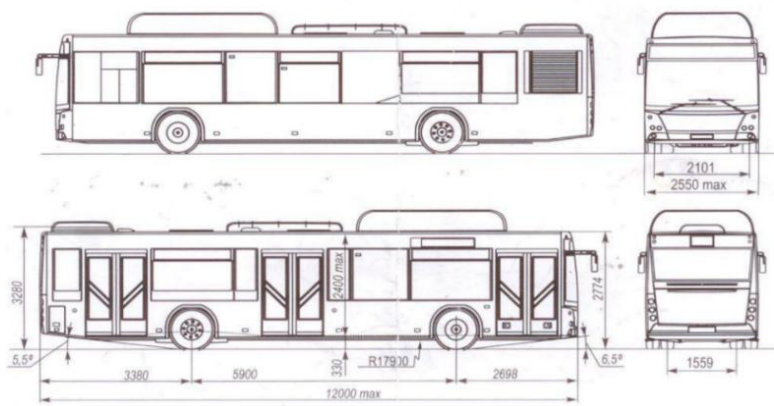


Рисунок 1 – Общий вид транспортного средства

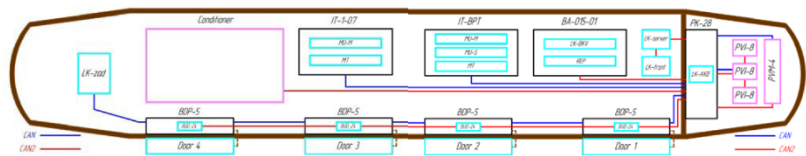


Рисунок 2 – Мнемосхема узлов транспортного средства

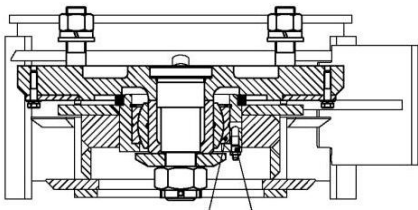


Рисунок 3 – Пример визуализации агрегатного узла

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Следует отметить, что при наличии таковой системы, сбор исходных данных для парка подвижного состава может быть предоставлен заводами-изготовителями вместе с иной документацией в процессе

поставки транспортного средства перевозчикам государственной формы собственности. Статус перевозчика государственной формы собственности позволит передавать заводам-изготовителям информацию, не подлежащую распространению, без существенного риска раскредитивания таковых данных.

В последующем, описанное программное обеспечение может выступать частью отдельного сервиса при развитии национальной интеллектуальной транспортной системы, обеспечивая обмен данными, что будет способствовать не только качеству работы транспортного комплекса, но и развитию отдельных направлений промышленности и машиностроения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Основы автоматизации интеллектуальных транспортных систем : учебник / Д. В. Капский, Е. Н. Кот, С. В. Богданович [и др.]. – М. ; Вологда : Инфра-Инженерия, 2022. – 412 с.
2. Ефремов, И. С. Технические средства городского электрического транспорта : учебное пособие для вузов по специальности «Городской электрический транспорт» / И. С. Ефремов, В. М. Кобозев, В. В. Шевченко. – М. : Высшая школа, 1985. – 448 с.
3. Ефремов, И. С. Теория и расчет электрооборудования подвижного состава городского электрического транспорта : учебник для вузов по специальности «Городской электрический транспорт» / И. С. Ефремов, Г. В. Косарев. – М. : Высшая школа, 1976. – 480 с.
4. Эксплуатация и ремонт подвижного состава городского электрического транспорта: в 2 ч. / А. М. Сологуб, В. В. Равино; Белорусский национальный технический университет, кафедра «Тракторы». – Мн.: БНТУ, 2009.

Представлено 27.08.2025

**ПРИМЕНЕНИЕ ГЕОИНФОРМАЦИОННЫХ
ТЕХНОЛОГИЙ ПРИ ФОРМИРОВАНИИ СЕТИ
МАРШРУТНОГО ПАССАЖИРСКОГО ТРАНСПОРТА**

**APPLICATION OF GEOINFORMATION TECHNOLOGIES
IN THE FORMATION OF A ROUTE PASSENGER TRANSPORT
NETWORK**

Земба А. П., магистрант, **Вовна Д. С.**,

Семченков С. С., канд. техн. наук,

Белорусский национальный технический университет,

г. Минск, Республика Беларусь

A. Zemba, Graduate Student, D. Wowna,

S. Semchenkov, Ph. D. in Eng.,

Belarusian National Technical University, Minsk, Republic of Belarus

В статье описывается возможный способ упрощения процесса формирования маршрутной сети посредством применения геоинформационных технологий.

The article describes a possible way to simplify the process of forming a route network through the use of geoinformation technologies.

Ключевые слова: *маршрутная сеть, геоинформационные технологии, обработка данных, моделирование.*

Keywords: *route network, geoinformation technologies, data processing, modeling.*

ВВЕДЕНИЕ

Современные геоинформационные технологии (ГИС), поддерживаемые открытым сообществом либо конкретными организациями, открывают широкие возможности для решения проблемы обмена актуальными геоданными, находящимися в ведении различных организаций/инстанций.

Например, планирование сети маршрутного пассажирского транспорта требует знание о существующей организации дорожного движения, которые находятся в ведении проектных организаций либо государственной автомобильной инспекции.

При этом для успешного совершенствования организации дорожного движения и управления транспортными потоками требуется статистическая информация о передвижении жителей и объемах их движения.

Так, интеграция статистических данных о пассажиропотоках, численности населения, плотности застройки, времени в пути с учетом плотности транспортного потока, параметров светофорного регулирования, и других параметров с пространственными данными позволяет не только визуализировать текущее состояние транспортного предложения города, но и проводить предварительный (в первом приближении) анализ различных сценариев. Примером такого сценария может быть оптимизации маршрутов пассажирского транспорта.

ПРИМЕНЕНИЕ ГЕОИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ПРИ ФОРМИРОВАНИИ СЕТИ МАРШРУТНОГО ПАССАЖИРСКОГО ТРАНСПОРТА

Модель маршрутной сети позволяет обоснованно определить конфигурацию маршрутов, предварительно рассчитать объемы пассажиропотоков, спрогнозировать загрузку отдельных участков улично-дорожной сети и обеспечить сбалансированное распределение транспорта по территории города.

Основными данными для описания модели служат типовые для транспортного моделирования данные: параметры уличной и дорожной сетей, установление территориальных границ и транспортных районов, определение мест формирования пассажиропотоков и объектов притяжения, построение графов и матрицы корреспонденции, создание правил распределение поездок и выбора вида транспортных средств для передвижения, основанных на математических моделях.

Следует отметить, что процесс сбора и подготовки данных, а также применения математических моделей является трудоемким. В условиях необходимости повышения эффективности актуальным становится применение геоинформационных систем, позволяющих комплексно учитывать пространственные, демографические и транспортные факторы.

Пример геоинформационных данных, положенных в основу разработки маршрутной сети с использованием ГИС, представлен на рис. 1.

Одним из таких инструментов является QGIS, который позволяет:

- автоматизированно получать некоторые из требуемых данных (граф дорожной и уличной сети);
- агрегировать данные по объектам с возможностью дальнейшего расширения параметров;
- создавать дополнительные свойства для имеющихся данных (например, добавления признака объекта притяжения);
- проводить сетевой анализ встроенными инструментами;
- визуализировать данные по критериям (например, оценивать транспортную доступность путем создания изохрон по признакам расстояния либо времени до транспортной инфраструктуры);
- иное.

Несмотря имеющийся широкий базовый функционал, в ГИС интегрированы интерпретаторы языков программирования (наиболее часто используемый – Python), что позволяет создавать пользовательские сценарии обработки данных, а также обеспечивает возможность создания первичных вариантов маршрутной сети на основе задаваемых специалистом правил (например, с учетом распределения пассажиропотоков по направления движения и времени суток).

Так, применение ГИС позволяет формировать предварительные варианты маршрутной сети и проводить их количественную оценку на основе пространственно-статистических данных.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Следует отметить, что все действия на этапах сбора и подготовки данных, а также работы с ГИС в настоящее время рассматриваются студентами первой ступени высшего образования в преподаваемых учебных дисциплинах, что указывает на возможность выполнения действий квалифицированными профильными специалистами и внедрения описанного подхода в организациях транспортного обслуживания.



Рисунок 1 – Примеры разработки схемы маршрутной сети с использованием ГИС

Описанный способ применения ГИС для формирования маршрутной сети дает предварительный результат, не представляется конечным способом формирования транспортного предложения и инструментом транспортного моделирования, однако позволяющий в полной мере соблюдать задаваемые параметры и сокращать выполняемый специалистами объем работ (экономить человеко-часы на выполнение задач).

ЛИТЕРАТУРА

1. Основы автоматизации интеллектуальных транспортных систем : учебник / Д. В. Капский, Е. Н. Кот, С. В. Богданович [и др.]. – Москва ; Вологда : Инфра-Инженерия, 2022. – 412 с.

2. Transport Accessibility Analysis Using GIS: Assessing Sustainable Transport in London/. – URL: <https://www.mdpi.com/2220-9964/4/1/124#> (дата обращения 20.06.2025).

3. Accessibility enhancement of mass transit system through GIS based modeling of feeder routes/. – URL: www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2226585624000864 (дата обращения 20.06.2025).

4. Kapski, Denis & Semchenkov, Sergey & Korolchuk, Maxim & Umidulla, Abdurazzokov. (2024). Identification of key route indicators to compare different modes of transport. BIO Web of Conferences. 145. 03017. 10.1051/bioconf/202414503017.

5. Капский, Д. В. Методы и средства использования цифровой информации при организации городских пассажирских перевозок / Д. В. Капский, Н. А. Филиппова, С. С. Семченков // XVI Всероссийская мультikonференция по проблемам управления (МКПУ-2023) : материалы мультikonференции. В 4 т., Волгоград, 11–15 сентября 2023 года. Том 4. – Волгоград: Волгоградский государственный технический университет, 2023. – С. 140–145.

Представлено 27.08.2025

ВЛИЯНИЕ РЕКЛАМНЫХ ОБЪЕКТОВ НА БЕЗОПАСНОСТЬ ДОРОЖНОГО ДВИЖЕНИЯ

THE IMPACT OF ADVERTISING OBJECTS ON ROAD SAFETY

Земба А. П., магистрант, **Зайцева И. С.**, магистрант,
Семченков С. С., канд. техн. наук,
Белорусский национальный технический университет,
г. Минск, Республика Беларусь
A. Zemba, Graduate Student, I. Zaitseva, Graduate Student,
S. Semchenkov, Ph. D. in Eng.,
Belarusian National Technical University, Minsk, Republic of Belarus

В статье рассматриваются вопросы влияния рекламных объектов на безопасность участников дорожного движения и меры по снижению негативных факторов.

The article discusses with the impact of advertising objects on the safety of road users and measures to reduce negative factors.

Ключевые слова: безопасность дорожного движения, рекламные объекты, световое излучение, ослепление, внимание.

Keywords: traffic safety, advertising objects, light radiation, glare, attention.

ВВЕДЕНИЕ

Рекламные объекты являются привычной частью городской среды. Рекламные щиты и растяжки с рекламной информацией начали появляться на улицах и дорогах с 1990-х годов, а с развитием технологий стали появляться и цифровые рекламные экраны.

Во время управления транспортным средством водителю необходимо анализировать большой объем информации начиная от дорожных знаков и разметки, заканчивая прогнозом дорожной ситуации через некоторый промежуток времени, что требует больших умственных затрат и концентрации.

Борьба маркетологов за внимание потенциальных клиентов привела к увеличению внимания участников дорожного движения в пользу рекламных объектов и мышления о предложениях компаний вместо концентрации на дорожном движении.

ВЛИЯНИЕ РЕКЛАМНЫХ ОБЪЕКТОВ НА БЕЗОПАСНОСТЬ ДОРОЖНОГО ДВИЖЕНИЯ

Средства наружной рекламы, в частности электрифицированные и газосветные панно, рекламные видеостены, оказывают влияние на следующие факторы безопасности дорожного движения:

- видимость;
- обзорность;
- концентрация на процессе управления транспортным средством и анализе текущей дорожной обстановки;
- психоэмоциональное состояние водителей.

В соответствии с СТБ 1581-2008 «Средства наружной рекламы. Общие технические требования и правила размещения», рекламные объекты не должны:

- вызывать ослепление светом участников дорожного движения и других потребителей рекламы;
- ограничивать видимость, мешать восприятию участникам дорожного движения дорожной обстановки или эксплуатации транспортного средства, а также создавать препятствия для движения пешеходов и велосипедистов;
- иметь сходство с техническими средствами организации дорожного движения и специальными сигналами, ухудшать их видимость.

Несмотря на наличие указанных требований, располагаясь на поворотах, стеклах остановочных павильонов и вдоль дорог, рекламные объекты ограничивают видимость и возможности обзорности водителей и пешеходов за счет непрозрачности.

Водители, ожидая разрешающего сигнала светофора или находясь в движении, изучают окружающую обстановку, во время чего в поле зрения появляются яркие, пестрые рекламы, которые притягивают взгляд, отвлекают внимание водителя от дороги, что сказывается на общем психоэмоциональном состоянии участников дорожного движения, нативно увеличивающий влияние определенного эмоционального фона участников дорожного движения или внушающего новые эмоциональные состояния. Например, красный цвет и оттенки могут навязывать участникам дорожного движения агрессивное поведение, склонность к риску и возбужденное состояние; большое количество синего цвета способствует чрезмерной утомляемости, психической неустойчивости и эмоциональной холодности; и так далее.

Чрезмерная яркость рекламных объектов или их освещения способствует снижению концентрации на дорожном движении, в том числе увеличивая негативный эффект от выбранной цветовой палитры рекламы, а также ослепляя водителей в темное время суток.



Рисунок 1 – Примеры рекламных объектов с высокой яркостью и ограничивающих обзорность



Рисунок 2 – Примеры рекламных объектов с высокой яркостью и ограничивающих обзорность

Отдельно стоит отметить опасность вывесок аптек, выполненных в зеленом цвете, которая особенно актуальна в ночное время.

Зеленый цвет ассоциируется с разрешающим сигналом светофора, что может привести к тому, что водители, проезжающие мимо таких вывесок, воспринимают их как «разрешающий сигнал светофора».

В результате возникает риск неправильной оценки ситуации на дороге, что увеличивает вероятность дорожно-транспортных происшествий, особенно при пересечении перекрестков или при движении в условиях недостаточной видимости.

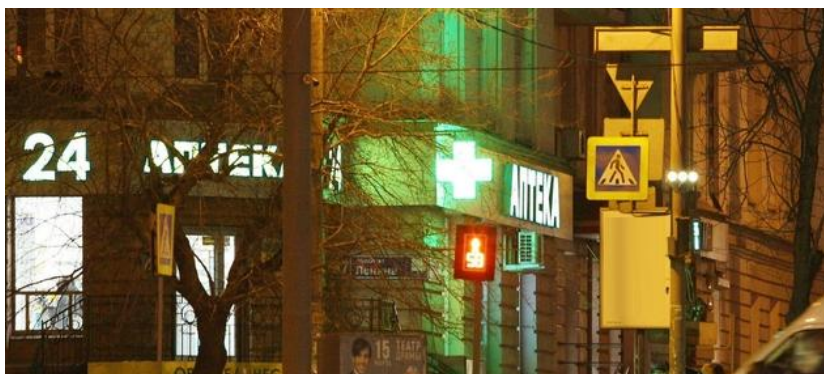


Рисунок 3 – Пример опасной вывески аптеки зеленого цвета

Такая путаница особенно опасна в условиях интенсивного движения, когда даже кратковременное неправильное восприятие сигнала может привести к дорожно-транспортным происшествиям.

Неправильное восприятие сигнала может вызвать аварийные ситуации на дороге, увеличивая риск травмирования и смертельных исходов. Кроме того, подобные ситуации подрывают доверие к дорожной инфраструктуре и создают опасные ситуации, которые могут иметь далеко идущие социальные последствия.

Поэтому важно учитывать дизайн и цветовую схему вывесок аптек, чтобы минимизировать риск путаницы и обеспечить безопасность всех участников дорожного движения.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Вследствие влияния вышеуказанных факторов, можно выделить следующие рекомендации по применению рекламных объектов:

- перед размещением рекламных объектов следует проводить контрольные проезды для обследования уровня обзорности участников дорожного движения;
- в визуализации рекламы исключать слова, если их можно заменить иллюстрациями;
- нормативно установить общий стиль и допустимую цветовую палитру для рекламных объектов;
- пересмотр допустимого уровня яркости или освещения рекламных объектов в темное время суток;
- подбор простых и понятных стилей, а также использование больших размеров шрифтов;
- минимизировать количество рекламных экранов.

ЛИТЕРАТУРА

1. СТБ 1581-2008 «Средства наружной рекламы. Общие технические требования и правила размещения», утвержденный постановлением Госстандарта Республики Беларусь от 31 октября 2008 г. № 53.
Представлено 27.08.2025

УДК 656.13.05

**ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ
ТРОЛЛЕЙБУСОВ ІМС ДЛЯ ЗАМЕНЫ АВТОБУСОВ
НА МАРШРУТНОЙ СЕТИ Г. МИНСКА**

**INVESTIGATION OF THE POSSIBILITY OF USING ІMC
TROLLEYBUSES TO REPLACE BUSES ON THE ROUTE
NETWORK OF MINSK**

Являш Н. С., магистрант, **Семченко С. С.**, канд. техн. наук,
Лобашов А. О., д-р техн. наук., проф.,

Белорусский национальный технический университет,
г. Минск, Республика Беларусь

N. Yawlash, Graduate Student, S. Semchenkov, Ph. D. in Eng.,

A. Lobashov, Doct. of Tech. Scienc., Prof.,

Belarusian National Technical University, Minsk, Republic of Belarus

В статье приводятся результаты исследования возможности применения троллейбусов ІМС для замены дизельных автобусов на маршрутной сети г. Минска.

The article presents the results of a study of the possibility of using ІMC trolleybuses to replace diesel buses on the route network of Minsk.

Ключевые слова: маршрутная сеть автобуса, устойчивое развитие, электрический транспорт, экологичный транспорт.

Keywords: bus route network, sustainable development, electric transport, eco-friendly transport.

ВВЕДЕНИЕ

Минск – крупный и современный город. Как и многие другие мегаполисы мира, он сталкивается с такими негативными последствиями массовой автомобилизации как ухудшение пропускной способности улиц вследствие образования заторов на улицах города (особенно в часы «пик»), а также ухудшение экологической обстановки. Несмотря на наивысшие на данный момент экологические стандарты Euro 5 и Euro 6 двигателей, которыми оснащены новейшие автобусы, выбросы от этих двигателей все равно присутствуют. Согласно Комплексной программе развития электротранспорта на 2021–2025 годы,

к 2030 году в Минске (а также в областных городах Республики Беларусь) планируется заменить все автобусы на электробусы, работающие на электрической тяге, и троллейбусы с увеличенным автономным ходом (до 15 км без необходимости подключения к контактной сети).

ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ТРОЛЛЕЙБУСОВ ІМС ДЛЯ ЗАМЕНЫ АВТОБУСОВ НА МАРШРУТНОЙ СЕТИ Г. МИНСКА

Для «уверенной» эксплуатации троллейбусов с увеличенным автономным ходом не менее 50 % маршрута должно проходить под участками с контактной сетью. Установлены маршруты, на которых возможен вариант полноценной замены автобусов, работающих на городских маршрутах города, на аналогичные троллейбусы ІМС. По действующей на момент проведения исследования маршрутной сети автобусные маршруты:

- 2с (ДС «Люшица-2» – ст. м. «Тракторный завод») обслуживается 18-метровыми автобусами; под контактной сетью проходит 75 % маршрута.

- 3с (ДС «Чижовка» – Вокзал) обслуживается 12-метровыми автобусами; под контактной сетью проходит 50 % маршрута.

- 4, 4д (ДС «Дружная» – Ж/д ст. «Минск-Южный») обслуживается 12-метровыми автобусами; под контактной сетью проходит 50 % маршрута.

- 6 (ДС «Дружная» – Брилевичи) обслуживается 12-метровыми автобусами; под контактной сетью проходит 50 % маршрута.

- 9д (Серебрянка-9 – ДС «Шабаны») обслуживается 18-метровыми автобусами; под контактной сетью проходит 50 % маршрута.

- 12 (ДС «Сухарево-5» – ДС «Кунцевщина») обслуживается 18-метровыми автобусами; под контактной сетью проходит 45 % маршрута.

- 17 (ДС «Кунцевщина» – ДС «Сухарево-5») обслуживается 18-метровыми автобусами; под контактной сетью проходит 40 % маршрута. Переход маршрута на обслуживание троллейбусами возможен при зарядке аккумуляторных батарей на конечных остановочных пунктах, оборудованных контактной сетью.

- 23 (ДС «Малиновка-4» – Городской Вал) обслуживается 12-метровыми автобусами; под контактной сетью проходит 55 % маршрута.

– 24 (ДС «Зеленый Луг-6» – Воронянского) обслуживается 18-метровыми автобусами; под контактной сетью проходит 50 % маршрута.

– 27 (ДС «Ангарская-4» – Сосновый Бор) обслуживается 18-метровыми автобусами; под контактной сетью проходит 60 % маршрута.

– 28 (ДС «Серова» – Масюковщина) обслуживается 15-метровыми автобусами; под контактной сетью проходит 50 % маршрута.

– 32с (ДС «Малиновка-4» – ДС «Дружная») обслуживается 12-метровыми автобусами; под контактной сетью проходит 60 % маршрута.

– 33 (ст. м. «Уручье» – Копище) обслуживается 12-метровыми автобусами; под контактной сетью проходит 60 % маршрута.

– 35 (ДС «Зеленый Луг-6» – Макаенка) обслуживается 12-метровыми автобусами; под контактной сетью проходит 70 % маршрута.

– 40 (ДС «Кунцевщина» – Ландера) обслуживается 18-метровыми автобусами; под контактной сетью проходит 50 % маршрута.

– 42 (ДС «Сухарево-5» – Люцинская) обслуживается 18-метровыми автобусами; под контактной сетью проходит 60% маршрута.

– 47с (Вокзал – Филиал БГУ) обслуживается 12-метровыми автобусами; под контактной сетью проходит 50 % маршрута.

– 53 (ДС «Дружная» – Ландера) обслуживается 12-метровыми автобусами; под контактной сетью проходит 50 % маршрута.

– 55 (АВ «Восточный» – ж/д ст. «Минск-Южный») обслуживается 12-метровыми автобусами; под контактной сетью проходит 90 % маршрута.

– 57 (ДС «Восточная» – Семашко) обслуживается 12-метровыми автобусами; под контактной сетью проходит 50 % маршрута.

– 59 (ДС «Чижевка» – Комаровский рынок) обслуживается 18-метровыми автобусами; под контактной сетью проходит 70 % маршрута.

– 74с (ДС «Малиновка-4» – Городской Вал) обслуживается 15-метровыми автобусами; под контактной сетью проходит 60 % маршрута.

– 79 (АС «Автозаводская» – Вокзал) обслуживается 18-метровыми автобусами; под контактной сетью проходит 50 % маршрута.

– 87с (ДС «Зеленый Луг-6» – АС «Автозаводская») обслуживается 18-метровыми автобусами; под контактной сетью проходит 70 % маршрута.

– 96 (ДС «Малиновка-4» – Филиал БГУ) обслуживается 12-метровыми автобусами; под контактной сетью проходит 50 % маршрута.

– 107 (ДС «Кунцевщина» – Корженевского) обслуживается 18-метровыми автобусами; под контактной сетью проходит 50 % маршрута.

– 132 (ДС «Малиновка-4» – Щомыслица) обслуживается 12-метровыми автобусами; под контактной сетью проходит 50 % маршрута.

– 133 (ДС «Карбышева» – ДС «Веснянка») обслуживается 18-метровыми автобусами; под контактной сетью проходит 100 % маршрута.

– 135 (ст. м. «Уручье» – Новая Боровая) обслуживается 12-метровыми автобусами; под контактной сетью проходит 60 % маршрута.

– 138 (ДС «Кунцевщина» – Промузел «Западный») обслуживается 15-метровыми автобусами; под контактной сетью проходит 50 % маршрута.

– 140 (ДС «Сухарево-5» – ТЦ «Ждановичи») обслуживается 18-метровыми автобусами; под контактной сетью проходит 50 % маршрута.

– 163 (ДС «Сухарево-5» – Воронянского) обслуживается 12-метровыми автобусами; под контактной сетью проходит 60 % маршрута.

– 191 (ДС «Лошица-2» – Воронянского) обслуживается 12-метровыми автобусами; под контактной сетью проходит 70 % маршрута.

– 196с (ДС «Малиновка-4» – пер. Софьи Ковалевской) обслуживается 12-метровыми автобусами; под контактной сетью проходит 60 % маршрута.

Результаты укрупненного расчета необходимого количества троллейбусов ИМС сведены в табл. 1.

Таблица 1 – Результаты укрупненного расчета

Длина ТС, м	12	15	18
Перечень маршрутов	3, 4, 6, 23, 32, 33, 35, 47, 53, 55, 57, 79, 96, 132, 135, 163, 186, 191, 196	28, 74, 138	2, 9д, 12, 17, 24, 27, 40, 42, 59, 79, 87, 107, 133, 140
Количество троллейбусов ИМС	123	11 (18 м)	127

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Реализация предложений позволит улучшить уровень экологичности городского пассажирского транспорта г. Минска, повысить имидж городского пассажирского транспорта, снизить затраты на топливо для

городского пассажирского транспорта г. Минска, улучшить микроклимат в салонах городского пассажирского транспорта г. Минска за счет отсутствия в салоне двигателя, выполнить план Комплексной программы развития электротранспорта г. Минска. Дальнейшее развитие возможно при проведении трансформации маршрутной сети и замены автобусных маршрутов на троллейбусных с изменением их трассировки путем проведения преобразований маршрутной сети с выделением значимых направлений.

ЛИТЕРАТУРА

1. Устойчивая городская мобильность: теория и практика развития : учебник / А. О. Лобашов, С. С. Семченков, Е. Н. Кот [и др.]. – М. ; Вологда : Инфра-Инженерия, 2023. – 236 с.
2. Semtchenkov, S. Application of the sectoral method to improve the efficiency of route passenger transport / S. Semtchenkov, D. Kapsky // WUT Journal of Transportation Engineering. – 2022. – № 134. – С. 17–33.

Представлено 27.08.2025

**ЭКОНОМИКА, ТРАНСПОРТНОЕ
ПРАВО И ЛОГИСТИКА**

**ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ИНЖЕНЕРНОЙ
ЭКОНОМИКИ**

THEORETICAL STUDY OF ENGINEERING ECONOMICS

Жудро М. К.¹, док. экон. наук, проф.,

Жудро М. М.², канд. экон. наук, доц.,

Жудро В. М.³, канд. экон. наук,

¹Белорусский национальный технический университет,
г. Минск, Республика Беларусь

²УО «Могилевский государственный областной институт развития
образования», г. Могилев, Республика Беларусь

³РУП «Институт мясо-молочной промышленности»,
г. Минск, Республика Беларусь

M. Zhudro¹, Doc. Economics, Prof.,
M. Zhudro², Candidate of Economics, Ass. Prof.,
V. Zhudro³, Candidate of Economics,

¹Belarusian National Technical University, Minsk, Republic of Belarus

²UE "Mogilev State Regional Institute of Educational Development",
Mogilev, Republic of Belarus

³RUP "Institute of Meat and Dairy Industry", Minsk, Republic of Belarus

Авторами научной статьи на основе выполненной оценки традиционных теорий и методологии разработки инструментария инженерной экономики субъектов логистического бизнеса выявлен недостаточный учет современных особенностей развития smart-экономики (электроники), которые обуславливают новый драйвер повышения одного из подмножества профессий экономического профиля инженерно-экономических компетенций, производных технологического физического и «искусственного» интеллекта в условиях роста неопределенности и турбулентности экосистем. Обоснована необходимость теоретико-методологического комплексного учета динамической междисциплинарной линейной и нелинейной кросс-пропорциональной специфики smart-экономики, генерирующей коллаборацию когнитивного процесса создания smart-компетенций инженерной экономики на основе оптимизации агрегированного сетевого кросс-взаимодействия инженерной и экономической их частей.

Based on the assessment of traditional theories and methodology for developing tools for the engineering economy of logistics business entities, the authors of the scientific article have identified a lack of consideration of the current features of the development of smart-economy (electronics), which provide a new driver for increasing one of the subsets of economic professions in engineering and economic competencies, derived from technological physical and "artificial" intelligence, in the context of increasing uncertainty and turbulence in ecosystems. The necessity of a theoretical and methodological comprehensive account of the dynamic interdisciplinary linear and nonlinear cross-proportional specifics of the smart economy, which generates a collaboration of the cognitive process of creating smart competencies in the engineering economy based on the optimization of the aggregated network cross-interaction of the engineering and economic parts, is substantiated.

Ключевые слова: традиционные, теории, инструментарий, инженерная экономика, технология, менеджмент, индикаторы, бизнес, цифровизация, трансформация, мехатроника, smart-экономика, рынок, ресурсы, сервис, конвергенция, сетевой, физический, «искусственный», интеллект, неопределенность, турбулентность, экосистема, бизнес, эффективность.

Keywords: traditional, theories, tools, engineering economics, technology, management, indicators, business, digitalization, transformation, mechatronics, smart economy, market, resources, service, convergence, network, physical, artificial intelligence, uncertainty, turbulence, ecosystem, business, efficiency.

ВВЕДЕНИЕ

Теоретическое исследование инженерной экономики позволило установить, что в современной научной и эмпирической экономической практике доминируют инструменты формирования профессиональных экономических компетенций инвесторов, предпринимателей, менеджеров и специалистов экономического профиля в условиях традиционного функционирования экономики компании, базирующийся на использовании существующей парадигмы «эффективная экономика». Инструментарий этой парадигмы не учитывает альтернативное, динамическое состояние развития сложных инженерно-экономических бизнес-процессов, которое можно интерпретировать, как «турбулентное» в условиях усиления влияния инструментов синтеза

инженерных и экономических компетенций, производных технологического физического и «искусственного» интеллекта.

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ИНЖЕНЕРНОЙ ЭКОНОМИКИ

Теоретическое исследование актуальной практики цифровизации эффективного использования экономического потенциала компаний логистического бизнеса в различных странах свидетельствует, что ключевыми инструментами определения перспективных направлений его развития выступают институциональные, инвестиционные, технико-технологические, маркетинговые, функциональные цифровые инженерно-технологические трансформации (преобразования) и майнинг их количественных параметров с целью достижения наилучшей комбинаторики рыночной стоимости потенциала логистических компаний, рентабельности и ликвидности экономической их деятельности. Последнее обусловлено фундаментальными парадоксальными структурно-динамическими взаимодействиями ключевых переменных инженерного бизнеса в условиях усиления роста неопределенности и турбулентности экосистем [1–5].

И, как следствие, в научной и экспертной практике интерпретация понятий «экономика» и «инженерная экономика» носит исторический характер и весьма проблематична ее имплементация в цифровые трансформации (преобразования) инженерного бизнеса логистических компаний.

Доминирующее толкование дефиниции «инженерная экономика» транслируется как механическое объединение микроэкономики с инженерной практикой с целью поиска и разработки инженерами технических и технологических решений по совершенствованию производства с последующей оценкой экономистами экономической полезность, их целесообразности, эффективности этих решений.

Так, в теории и практике менеджмента США сформировалась интерпретация науки экономики как сферы интеллектуальной деятельности человека, позволяющей ему более эффективно решать три фундаментальные взаимосвязанные проблемы:

1. Что должно производиться?
2. Как будут производиться товары или услуги, то есть, кто их будет производить, используя какие ресурсы, какую технологию, в какой стране и т. д.?

3. Для кого они должны быть произведены, то есть, кто будет их потреблять для извлечения полезности?

Следовательно, в теории и практике менеджмента США инженерная экономика включает в себя формулирование, оценку и анализ с помощью математических методов экономических результатов альтернативных инженерных сценариев достижения определенной цели.

В Западной Европе инженерная экономики транслируется как наука о принятии решений по поводу использованию ограниченных ресурсов для удовлетворения потребностей человека на основе анализа, синтеза и составления выводов, работая над инженерными проектами всех размеров.

Синтезируя существующие в научной и экспертной практике интерпретации понятий «экономика», «инженерная экономика» как одного из подмножеств экономики, можно заключить, что они рассматриваются как совокупность знаний, позволяющих стейкхолдерам бизнеса (инвестору менеджеру, инженеру и т. д.) определять его устойчивость, эффективность, рентабельность одного из нескольких альтернатив, включая инженерную, которая должна быть экономически лучшей – наименее затратной или, возможно, наиболее прибыльной.

То есть, в бизнесе инженер отвечает за выработку рекомендаций на основе технических и аналитических знаний, включая знания инженерной экономики, а затем менеджер решает, что следует делать.

Аналитика практикоприменения существующих понятий «экономика», «инженерная экономика» свидетельствует, что экономические решения менеджера в реальном бизнесе могут отличаться от рекомендации инженера, поскольку менеджер может учитывать вопросы, выходящие за рамки компетенции инженера, например влияние санкций на стоимость импорта комплектующих изделий для того или иного технологического оборудования и т. д.

Наличие реальных отличий экономических решений менеджера от рекомендации инженера генерирует ограниченность существующей традиционной интерпретации дефиниций «экономика», «инженерная экономика» – «заниматься экономикой», означающей принимать решения об использовании ограниченных природных и других

ресурсов, технологий, техники, полагаясь на технические, технологические компетенции инженеров, в условиях конкуренции для получения прибыли и удовлетворения спроса покупателей.

В условиях усиления влияния инструментов синтеза инженерных и экономических компетенций, производных технологического физического и «искусственного» интеллекта, наблюдаются тренды практики менеджеров все больше не полагаться не на в определенной мере автономные технические, технологические компетенции инженеров, а самим менеджерам становится инженерами, а инженерам становится менеджерами. Это обусловлено, тем, что индустрия создания, продажи, сервиса потребления продукции и ее утилизации становится все более технологически сложной и поэтому даже понимание ее рынка требует аналитических навыков не столько суверенного инженера, инженера-экономиста.

Инженер-экономист должен обладает достаточно глубокими и конвергентными техническими, технологическими и экономическими знаниями, чтобы принять компетентное управленческое решение в высокотехнологичном бизнесе. Следовательно, экономическое понимание того, как сравнивать затраты, хотя и имеет жизненно важное значение, но не является единственным навыком в бизнесе, необходимым для принятия подходящих инженерных решений.

Поэтому в условиях усиления влияния инструментов синтеза инженерных и экономических компетенций, производных технологического физического и «искусственного» интеллекта, возникает трансформация профессиональных компетенций традиционной экономики в инженерную экономику, которые предполагают понимание эконометрики, управляющей комбинаторикой наилучшего использования технических ресурсов, технологий, компетенций персонала, физического и стоимостного масштаба индустрии, ее сервиса, маркетинга, логистики, времени, стоимости денег на основе использования качественных и количественных методов оценки динамически-дифференцированных экономических достоинств различных инженерных проектов и предложений, выбора их предпочтительной альтернативы из большого числа жизнеспособных инженерных бизнес-проектов на высококонкурентном и неопределенном рынке.

Поэтому инженерно-экономическая аналитика носит агрегированный качественный и количественный характер, а большая часть

экономических выводов является оценочной с целью сосредоточения усилий инженеров-экономистов на определении экономически «лучшей» альтернативы бизнес-проектов и инженерных решений для их успешной реализации.

Инженерная экономика включает методы экспертных (качественных) оценок результатов количественных вычислений ключевых индикаторов бизнеса: текущей стоимости (PW), будущей стоимости (FW), годовой стоимости (AW), нормы прибыли (ROR), капитализированной стоимости (CC), сроков окупаемости (ПП), экономической добавленной стоимости (EVA), чистой приведенной стоимости (NPV), внутренней нормы доходности (IRR), стоимости жизненного цикла (ICC) и др. с целью поэтапной оценки эффективности инвестиций, финансов, их бюджетирования, учитывая риски принятия правильного решения.

На первом этапе определяется, является ли инженерное решение бизнес-проблемы технически уникальным и осуществимым в определенном промежутке времени. Это одна из ключевых ролей инженера-экономиста, который имеет специализированную подготовку для принятия таких технических суждений. На другом этапе осуществляется обоснование какое инженерно-экономическое решение из большого числа технически уникальных и осуществимых альтернатив бизнес-проектов является экономически «лучшей» из исследуемых жизнеспособны на высококонкурентном и неопределенном рынке.

Следовательно, в цифровой профицитной экономике каждое принятое не только экономическое, а инженерно-экономическое решение основывается на результатах агрегированного использования качественных и количественных методов (эконометрики или математики) измерения трех факторов конкурентного бизнеса:

а) обстоятельства внешней не линейной, а нелинейной сетевой внешней его среды;

б) динамические и распределенные во времени и пространстве инженерно-экономические офф- и онлайн альтернативы (возможности офф- и онлайн выбора);

в) сетевые инженерно-экономические мотивы, интересы продуцентов, их персонала, партнеров и функционально-эмоциональные ценностные цели клиентов (сетевая система целей).

И, как следствие, цифровая инженерная экономика представляет собой область человеческой творческой интеллектуальной деятельности,

дисциплина, профессия, задачей которой является поиск, оценка, выбор и практикоприменение востребованных рынком достижений науки, техники, производных кросс-взаимодействий технологического физического и «искусственного» интеллекта, лучшего опыта использования законов естественных наук и природных процессов для создания конкурентной высокотехнологичной экономически «лучшей» из жизнеспособных инженерно-экономических альтернатив на высококонкурентном и неопределенном рынке посредством комплексного использования электронной, мехатронной, управляющей и компьютерной инженерии разработки и освоения бизнес-проектов smart-индустрии с высокой производительностью, легкостью в перепроектировании и возможностью ее перепрограммирования с целью создания большого разнообразия высокотехнологичной и высокомаржинальной продукции, услуг на протяжении всего их бизнес-жизненного цикла.

Реализация изложенного теоретического понимания инженерной экономики в smart-бизнесе на основе оптимизации агрегированного сетевого кросс-взаимодействия инженерной и экономической его частей ставит под сомнение однозначной трансляции фундаментального постулата теории эффективной экономики П. Самуэльсона – «золотого правила» традиционного закона спроса и предложения в экономике: выигрываешь в цене, предложении и проигрываешь в спросе и объеме дохода и наоборот.

Ключевым ограничением использования менеджерами и специалистами компаний и государственных органов теории и практики применения инженерно-экономических технологий и методов реализации традиционного закона спроса и предложения в экономике (П. Самуэльсона), учитывающего влияния только сбалансированного, как декларируется в научных традиционных научных рекомендациях является то, что они игнорируют новое конфликтное кросс-взаимодействие ключевых переменных smart-бизнеса [6]:

- а) стоимости;
- б) времени;
- в) качества.

Более состоятельным следует считать «золотое правило» SMART-экономики (ZHUDRO) – выигрываешь в динамическом сочетании «умно-сплетенной» цены, агрегативного спроса и возрастающего объема дохода и проигрываешь в доходности юнита предложения и наоборот [1].

Предлагаемая smart-конструкция smart-economy «Zhudro» отличается от традиционного ее формата (поточного, ритмичного, непрерывного, пропорционального) тем, что ей присущи два однозначно различимых цифровых состояния:

1) пропорциональность (согласованность);

2) «умно-сплетенность» или непропорциональность (запутанность, изменчивость, неопределенность, сложность, турбулентность и двусмысленность) агрегированного конвейерно-сетевого и конвергированное кобейджингового кросс-взаимодействия продуцентов/партнеров с покупателями их товаров и услуг, которое успешно может быть реализовано посредством офф- и онлайн динамических не двух, а нескольких измерений ключевых источников эффекта smart-бизнеса:

1) объема или его масштаба;

2) динамической маржинальности комбинаторики постоянных и переменных затрат: а) точки безубыточности (основа маржинального анализа) и б) предельного дохода (предельной производительности ресурсов, технологий и менеджмента);

3) эффекта времени.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом можно заключить, что в условиях smart-экономики инвестор, предприниматель, менеджер, технологический работник компании, покупатель свободны в обосновании и принятии инженерно-экономического решения в выборе «лучшей» альтернативы и определении своих целей исходя из синтеза профессиональных компетенций инженеров, менеджеров и «искусственного» интеллекта, который позволяет «утилитам» диагностировать рыночное состояние экономики компании и тем самым поддерживать ее жизнедеятельность на основе точного исследования рыночной успешности протекания бизнес-процессов. Она обеспечивает «умную» коллаборацию (сотрудничество) когнитивного (связанного) процесса создания smart-компетенций (умных компетенций) инженерно-экономических специалистов компаний и адекватного гибкого подхода к построению конфигурации бизнес-команд на основе оптимизации агрегированного сетевого кросс-взаимодействия инженерной и экономической их частей.

ЛИТЕРАТУРА

1. Жудро, М. М. Smart-экономика трансформирует традиционный закон спроса и предложения в закон «умно-сплетенного» агрегативного спроса и предложения (Zhudro) / М. М. Жудро, В. М. Жудро // Политические, экономические и социокультурные аспекты регионального управления на Европейском Севере: материалы XVI Всероссийской науч. конф. (с международным участием) (26–28 апреля 2023 г., г. Сыктывкар). – Сыктывкар: ГОУ ВО КРАГСиУ, 2023. – С. 345–354.

2. Жудро, М. К. Методологические проблемы научного формирования SMART-экономики / М. К. Жудро, В. М. Жудро // Инновации : от теории к практике: сборник научных статей IX Межд. науч.- практ. конф. (Брестский государственный технический университет, 19–20 октября 2023 г.); редкол.: Г. Б. Медведева [и др.] / В 2 ч., Ч. 2. – Брест : Издательство БрГТУ, 2023. – С.23–27.

3. Жудро, М. К. SMART-маркетинговые коммуникации: идентификация и оценка / М. К. Жудро, Н. В. Жудро // Научные труды Белорусского государственного экономического университета. Мн. : БГЭУ, 2021. Вып.14. – С.167 – 172.

4. Business Integration and What It Really. – URL: <https://itchronicles.com/technology/business-integration-and-what-it-really-means/> (date of access: 10.04.2020).

5. Market Challenges Present Opportunities for Sales & Marketing. – URL: <https://www.ttnews.com/articles/market-challenges-present-opportunities-sales-marketing> (date of access:16.08.2021).

6. Экономика / Пол Э. Самуэльсон, Вильям Д. Нордхаус [и др.] – Москва : Вильямс, 2017. – 135 с.

Представлено 07.07.2025

УДК 658 (7)

РАЗВИТИЕ МУЛЬТИМОДАЛЬНЫХ ПЕРЕВОЗОК МЕЖДУ РЕСПУБЛИКОЙ БЕЛАРУСЬ И КИТАЕМ

DEVELOPMENT OF MULTIMODAL TRANSPORTATION BETWEEN THE REPUBLIC OF BELARUS AND CHINA

Лапковская П. И.¹, канд. экон. наук, доц.,

Лещенко К. И.², ст. преп.,

¹Институт бизнеса Белорусского государственного университета,
г. Минск, Республика Беларусь

²Белорусский государственный университет,
г. Минск, Республика Беларусь

P. Lapkouskaya¹, Ph. D. in Economics, Ass. Prof.,
K. Leshchenko², Senior Lecturer,

¹School of business of Belarusian State University,
Minsk, Republic of Belarus

²Belarusian State University, Minsk, Republic of Belarus

На сегодняшний день использование мультимодальных перевозок в Республике Беларусь получило широкое развитие благодаря переориентации направления транспортировки на Восток и Юго-Восток. Такой разворот закономерно формирует запрос на разработку логистических маршрутов в этих направлениях. Поэтому в Республике Беларусь наибольшую популярность приобрели мультимодальные контейнерные перевозки.

Today, the use of multimodal transportation in the Republic of Belarus has been widely developed due to the reorientation of the transportation direction to the East and South-East. Such a turn naturally creates a demand for the development of logistics routes in these directions. Therefore, multimodal container transportation has become the most popular in the Republic of Belarus.

Ключевые слова: мультимодальные перевозки, цепочки поставок, логистика, Китай.

Keywords: multimodal transportation, supply chains, logistics, China.

ВВЕДЕНИЕ

Мультимодальная перевозка представляет собой сложную систему взаимодействия различных участников цепи поставок. Одним из преимуществ данного вида перевозок в международной логистике является унификация и стандартизация правовых основ в области транспорта. Они регулируются многосторонними конвенциями и соглашениями, разработанными в рамках ООН и двухсторонними межправительственными соглашениями, определяющими вопросы транзита, разрешительную систему международных перевозок, страхование, порядок пересечения границы и перевозок опасных, тяжеловесных и крупногабаритных грузов.

ОСОБЕННОСТИ РАЗВИТИЯ МУЛЬТИМОДАЛЬНЫХ ПЕРЕВОЗОК МЕЖДУ РЕСПУБЛИКОЙ БЕЛАРУСЬ И КИТАЕМ

Комбинации транспорта в мультимодальных перевозках составляют в зависимости от направления, номенклатуры груза и его особенностей, срока доставки и множества иных факторов. К примеру, при перевозке опасного груза с использованием железнодорожного транспорта, представители железной дороги требуют выполнения большего количества требований, чем при перевозке на автомобильном или морском транспорте. В международном сообщении существенное значение приобретают таможенные процедуры оформления грузов, а также транспортное законодательство и коммерческо-правовые особенности перевозок в тех странах, по которым проходит маршрут следования груза [1].

Схематично организация мультимодальной доставки представлена на рис. 1.

Преимущества и недостатки наиболее распространенных комбинаций видов транспорта представлены в табл. 1.

По данным белорусской железной дороги основным направлением экспорта грузов остаются перевозки с назначением в Китай, объемы которых увеличены не только по сухопутным маршрутам, но и по мультимодальным с задействованием инфраструктуры портов Российской Федерации. За 2023 год в сообщении Республика Беларусь – Китай отправлено более 1,5 тысяч контейнерных поездов, что на 50 % больше, чем в 2022 году [2]. Экспорт в 2023 году составил 313 ДФЭ – двадцатифутовый эквивалент (TEU). С 2018 по 2023 год наблюдается

положительная динамика развития контейнерных перевозок в Республике. За пять лет экспорт увеличился на 301 %, импорт – на 454 %.



Рисунок 1 – Алгоритм мультимодальной перевозки комплектного и сборного груза с использованием автомобильного и морского транспорта

Переориентация экспортно-импортных потоков изменила структуру цепей поставок, определив тренд на мультимодальность. Кроме использования транспортного коридора «Север – Юг», белорусские транспортно-экспедиционные компании рассматривают и альтернативные логистические маршруты. Один из них – с использованием портовой инфраструктуры международного морского торгового порта Баку (Азербайджанская Республика). Бакинский ММТП расположен на пересечении Нового шелкового пути и основных международных транспортных коридоров с востока на запад и с севера на юг.

Таблица 1 – Преимущества и недостатки комбинаций различных видов транспорта при перевозке грузов, в том числе между Республикой Беларусь и Китаем

Комбинация видов транспорта	Направления перевозок (Республика Беларусь)	Преимущества	Недостатки
1	2	3	4
Авто + ЖД	Китай – Республика Беларусь	– возможность доставки «от двери до двери»; – относительная гибкость при планировании маршрута	– ограничение в использовании 20-футовых контейнеров; – более узкая номенклатура допустимых к перевозке грузов

Окончание табл. 1

1	2	3	4
Авиа + авто	Китай – Республика Беларусь	– самый короткий срок доставки	– перевозка только сборных грузов; – самая высокая ставка на перевозку; – узкая номенклатура перевозимых грузов
Море + ЖД	Страны Азии – Республика Беларусь через порты Дальнего Востока	– наиболее дешевая ставка на перевозку	– большой срок доставки; – чаще всего морские линии не несут ответственность за повреждение груза
Авто + авто (перевозка сборных грузов от разных грузоотправителей разным грузополучателям)	Страны Европы – Республика Беларусь; Турция – Республика Беларусь через территорию Грузии	– короткий срок доставки; – возможность доставки «от двери до двери»	– такая комбинация транспорта чаще всего используется для перевозки сборных грузов от разных грузоотправителей разным грузополучателям, из-за чего при наличии проблем с одной из партий грузов, остальные вынуждены простаивать, пока ситуация не разрешится; – наличие риска повреждения груза при перевалке с одного ТС в другое; – относительно узкая номенклатура перевозимых грузов
Авто + море	Страны Восточной Азии – Республика Беларусь через порт Новороссийска и Санкт-Петербурга; Турция – Республика Беларусь через Черное Море (порты Российской Федерации)	– относительно низкая ставка на перевозку; – возможность перевозки «от двери до двери» на большие расстояния; – широкая номенклатура перевозимых грузов	– большой срок доставки; – чаще всего морские линии не несут ответственность за повреждение груза во время транспортировки

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Развитие белорусского рынка транспортных услуг происходит ежедневно. Это касается не только сотрудничества, подписания различного рода соглашений с другими странами и развития инфраструктуры, но и умение приспосабливаться белорусскими транспортно-экспедиционными компаниями к меняющимся условиям ведения бизнеса. Для прогрессивного развития мультимодальных перевозок грузов в Республике Беларусь, необходимо предпринять некоторые меры:

1) создание благоприятной законодательной базы: следует усовершенствовать законодательство в области мультимодальных перевозок, в частности, разработать и внедрить стандарты и нормативы в этой сфере, способствующие сокращению документооборота, издержек и, соответственно, времени на организацию перевозки [3];

2) развитие инфраструктуры: для увеличения эффективности перевозок необходимо продолжать улучшать транспортную инфраструктуру страны. Прежде всего, это касается инфраструктуры железных дорог, поскольку большая часть грузового потока, перемещаемого посредством мультимодальных перевозок, приходится на этот вид транспорта;

3) повышение качества услуг: необходимо развивать сервисные услуги, связанные с мультимодальными перевозками, т. е. терминальное обслуживание, страхование, таможенное оформление и т. д.;

4) стимулирование инноваций: следует поощрять исследования и разработку новых технологий в области мультимодальных перевозок, таких как беспилотные транспортные средства, автоматизированные системы погрузки и разгрузки и т. п.;

5) обучение и повышение квалификации специалистов: немаловажную роль в развитии мультимодальных перевозок играет подготовка специалистов в этой области и повышение их квалификации. Из-за часто меняющихся условий рынка и вводимых санкциями ограничений, следует чаще проводить обучения среди действующих специалистов крупных компаний по организации мультимодальных перевозок.

ЛИТЕРАТУРА

1. Фрищин, Б. В. Мультимодальные транспортные технологии : электронный учебно-методический комплекс для студентов специ-

альности 1-26 02 05 «Логистика» / Б. В. Фрищин ; Белорусский государственный экономический университет, Кафедра логистики и ценовой политики. – Мн. : БНТУ, 2022. – 282 с.

2. 30 января 2024 года на технико-экономическом совете в Минске подвели итоги деятельности Белорусской железной дороги в 2023 году и наметили планы на 2024 год. – URL: https://www.rw.by/corporate/press_center/corporate_news_/2024/01/30-yanvary-a-2024-goda-na-tekhniko-ekonomicheskoy-rovete-v-minske-podveli-itogi-deyatelnosti-beloruss/ (дата обращения: 05.05.2025).

3. Экономический механизм развития транспортно-логистической деятельности на предприятиях / Р. Б. Ивуть, П. И. Лапковская, О. В. Мясникова, Д. Н. Месник – Мн.: БНТУ, 2022. – 240 с.

Представлено 15.06.2025

УДК 656:005.932

ОЦЕНКА КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТИ ТРАДИЦИОННЫХ АВТОМОБИЛЕЙ И ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ НА ПРИМЕРЕ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

ANALYSIS OF COMPETITIVENESS OF TRADITIONAL AND ELECTRIC CARS ON THE EXAMPLE OF THE REPUBLIC OF BELARUS

Копко Ю. А., ст. преп.,

Белорусский национальный технический университет,

г. Минск, Республика Беларусь

Y. Kopko, Senior Lecturer,

Belarusian National Technical University, Minsk, Republic of Belarus

В статье сделаны выводы о конкурентоспособности традиционных автомобилей и электромобилей на примере Республики Беларусь. Анализ проводился с помощью метода оценки совокупных затрат на владение автомобилем, учитывающего как эксплуатационные экономические расходы, так и косвенные экологические издержки.

The article presents conclusions regarding the competitiveness of traditional cars and electric ones using the example of the Republic of Belarus. The analysis was carried out using the method of assessing the total cost of car ownership, which takes into account both operating economic costs and indirect environmental costs

Ключевые слова: *электромобили, автомобили с двигателем внутреннего сгорания, гибридные автомобили, экономическая целесообразность, совокупная стоимость владения, экстернальные издержки.*

Keywords: *electric vehicles, internal combustion engine vehicles, hybrid vehicles, economic feasibility, total cost of ownership; external costs.*

ВВЕДЕНИЕ

В свете увеличивающихся проблем, связанных с загрязнением атмосферы и изменением климата, электромобили и гибридные транспортные средства приобретают все большую популярность в качестве экологически безопасной альтернативы автомобилям с двигателями внутреннего сгорания (ДВС).

При активной государственной поддержке развития электро транспорта важно провести анализ экономической эффективности замены традиционных автомобилей на экологичные модели.

Для оценки конкурентоспособности различных типов транспорта была разработана модель определения совокупных затрат владения (Total Cost of Ownership, TCO), которая учитывает все расходы, связанные с владением и эксплуатацией транспортного средства на протяжении всего срока службы – от покупки до перепродажи или выхода из эксплуатации.

Для потребителя в расчет включаются начальные затраты на приобретение, расходы на топливо, техническое обслуживание и страхование автомобиля.

С точки зрения общества, модель TCO дополнительно учитывает косвенные издержки, связанные с загрязнением окружающей среды как в процессе эксплуатации автомобилей с ДВС, так и при производстве электроэнергии для электромобилей. Расчет TCO автомобилей с учетом косвенных издержек проводили по формуле:

$$TCS = TCO + EC,$$

где *TCS* (Total Cost for Society) – совокупная стоимость владения для общества;

TCO (Total Cost of Ownership) – совокупная стоимость владения для потребителя;

EC (External Costs) – косвенные (экстернальные) издержки, связанные с загрязнением окружающей среды.

Для оценки *TCO* для потребителя применяли формулу, включающую основные затраты, учитываемые потребителями при принятии решения о покупке автомобиля:

$$TCO = IC + \sum_{i=1}^N \frac{OC}{(1+r)^t} - \frac{RP}{(1+r)^N},$$

где *IC* (Initial Costs) – первоначальные затраты;

OC (Operating Costs) – эксплуатационные затраты;

RP (Resale Price) – цена перепродажи;

r – реальная ставка дисконтирования;

t – год;

N – период владения транспортом [1].

В качестве объектов для сравнения совокупной стоимости владения были выбраны модели автомобилей, доступные для покупки в Беларуси: автомобиль с ДВС Geely Belgee x50, гибридный автомобиль (HEV) Geely Atlas Pro и батарейный электромобиль (BEV) Geely Geometry C R550, розничные цены которых составили соответственно 78 тыс. бел. руб., 91 тыс. бел. руб. и 108 тыс. бел. руб. [2].

В работе величина среднегодового пробега автомобиля была принята за 18 тысяч километров, согласно исследованию, AutoCare.BY [3]. Срок владения новым автомобилем для Беларуси был определен как 5 лет.

Эксплуатационные расходы (*OC*) были оценены из расчета затрат на топливо (бензин или электроэнергию) и техническое обслуживание автомобиля. Коэффициенты ежегодной потери стоимости были установлены согласно исследованию, Л. Шлотера: для автомобиля с ДВС – 10,4 %, для гибрида – 11,2 %, для электрокара – 13,9 % [4].

Эта разница объясняется стремительным техническим прогрессом в области электротранспорта, что существенно снижает конкурентоспособность подержанных электромобилей.

Результаты вычислений показали, что *TCO* электромобиля Geely Geometry C R550 на 6 % превышает *TCO* для гибрида Geely Atlas Pro и на 24 % – для автомобиля с ДВС Geely Belgee x50.

Несмотря на то, что первоначальная цена электромобиля примерно на 35 % выше стоимости автомобилей с ДВС и на 15 % выше гибрида, эксплуатационные расходы у электрокара значительно ниже, что компенсирует более высокую покупную цену. В будущем ожидается снижение стоимости аккумуляторов за счет массового производства, что сделает электромобили более доступными по цене.

Анализ чувствительности модели показал, что изменение цен на электроэнергию и бензин оказывает минимальное влияние на *TCO* автомобиля. Например, повышение стоимости бензина на 5 копеек увеличивает *TCO* гибрида и ДВС примерно на 0,4 %. В случае использования общественных зарядных станций без домашней зарядки увеличение стоимости владения электромобилем за пять лет составляет около 0,7 %. Снижение цены электроэнергии на 5 копеек уменьшает *TCO* примерно на 0,9 %.

Наиболее существенное влияние оказывает среднегодовой пробег автомобиля: при пробеге менее 25 тысяч км в год *TCO* электромобиля выше по сравнению с автомобилями с ДВС и гибридами; при пробеге свыше 40 тыс. км за год стоимость владения электрокаром становится ниже аналогичных показателей других типов авто.

Ключевым фактором при оценке конкурентоспособности являются также внешние издержки: несмотря на отсутствие прямых выбросов у электромобилей, косвенно они влияют на качество воздуха через производство электроэнергии. В Беларуси переход к электромобилям может принести значительную экономическую выгоду: если всего лишь 1 % зарегистрированных автомобилей (около 30 тысяч) будет заменено электрокарами, то ежегодные внешние издержки могут снизиться примерно на 260 тысяч евро (около миллиона белорусских рублей).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, построенная экономическая модель для сравнения конкурентоспособности автомобилей с ДВС, гибридных и электрических автомобилей на примере Беларуси показала, что совокупная стоимость владения электромобилем примерно на 24 % выше, чем авто-

мобилей с ДВС и гибридных, что связано с более высокой первоначальной стоимостью и быстротой потери в цене. Несмотря на высокую стоимость, переход на электромобили имеет и положительные стороны. В отличие от автомобилей с ДВС электрокары не загрязняют атмосферу, что позволяет существенно снизить экстернальные издержки, связанные с загрязнением воздуха. Также переход на более экологически чистое производство компонентов для электромобилей и использование возобновляемых источников энергии может еще больше сократить негативное влияние электрического транспорта на окружающую среду. Более того, переход части автопарка на электромобили может помочь Беларуси снизить зависимость от импорта энергоносителей, в частности, нефти и газа из России.

ЛИТЕРАТУРА

1. Wu G. Total cost of ownership of electric vehicles compared to conventional vehicles: A probabilistic analysis and projection across market segments / G. Wu, A. Inderbitzin, C. Bening // *Energy Policy*. – 2015. – Vol. 80. – P. 196–214.
2. Модели Geely. Официальный дилер Geely в Беларуси. – URL: <https://geely.by/> (date of access: 01.03.2025).
3. Энциклопедия AutoCare.BY. – URL: <https://au-tocare.by/> (date of access: 12.02.2025).
4. Schloter L. Empirical analysis of the depreciation of electric vehicles compared to gasoline vehicles / L. Schloter // *Transport Policy*. – 2022. – Vol. 126. – P. 268–279.

Представлено 09.07.2025

ОСОБЕННОСТИ РАЗВИТИЯ ТРАНСПОРТНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СИСТЕМ В СОВРЕМЕННОМ МИРЕ

FEATURES OF THE DEVELOPMENT OF TRANSPORT AND TECHNOLOGICAL SYSTEMS IN THE MODERN WORLD

Пильгун Т. В., канд. техн. наук, доц.,

Белорусский национальный технический университет,

г. Минск, Республика Беларусь

T. Pilgun, Ph. D. in Eng., Ass. Prof.,

Belarusian National Technical University, Minsk, Republic of Belarus

Приведен обзор сформированных и планируемых транспортно-технологических маршрутов в связи с изменениями направлений движения грузопотоков. Обоснована целесообразность технологического развития транспортной системы, как первичной меры.

An overview of the planned transport and technological routes in connection with changes in the directions of cargo flows is given. The expediency of technological development of the transport system as a primary measure is substantiated.

Ключевые слова: транспортно-технологическая система, технологическое развитие, транспортная инфраструктура.

Keywords: transport and technological system, technological development, transport infrastructure.

ВВЕДЕНИЕ

События, произошедшие в экономике и геополитике, привели к полной перестройке связей для многих национальных экономических систем, к поиску новых торговых партнеров и перестраиванию транспортно-логистических цепочек поставок. Сложившиеся за многие десятилетия и ставшие традиционными транспортно-технологические маршруты, частично потеряли свою актуальность. Изменилось направление основных грузопотоков с западного на восточное и юго-восточное. На евроазиатском пространстве стали востребованными ранее непопулярные транспортно-технологические линии и получили развитие новые транспортно-технологические маршруты

с повышающейся концентрацией грузовых объемов. Цель настоящего исследования – выявить особенности логистического движения грузовых потоков в настоящий период времени в условиях инновационных технологических возможностей.

РАЗВИТИЕ ТРАНСПОРТНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СИСТЕМ

Известный французский экономист Жак Аттали в книге «Краткая история будущего. Мир в ближайшие 50 лет» доказывает, что «государства всегда боролись, чтобы торговые пути и караваны проходили через их территорию, поскольку это не только помогало росту экономики и обогащению населения, но прежде всего, превращало страну в активного участника региональной или глобальной торговли, а также в центр историко-цивилизационного и научно-инновационного развития» [1].

Известно, что экономика не может развиваться вне тесной связи с транспортно-логистической системой, т. к. любое производство и его составляющие нуждаются в транспортном обеспечении, произведенная продукция должна быть доставлена потребителю. События последних десятилетий, оказавших значительное воздействие на мировую экономику, показали, что востребованность в путях и способах транспортного обеспечения могут меняться неожиданно и непредсказуемо. Поэтому одним из свойств логистического (системного) подхода к развитию транспортно-логистической системы организации является транспортная гибкость [2]. Практика показывает, что транспортные организации в связи с известными событиями вынуждены были проявлять способность гибкого реагирования на изменения транспортного рынка.

Проведем обзор основных транспортно-технологических маршрутов и направлений, ставших актуальными в настоящее время для обеспечения транспортно-логистической связанности. Данные маршруты определены подгруппой транспорта и логистики Делового совета БРИГС [3].

В настоящее время стал востребованным маршрут, известный как международный транспортный коридор (МТК) Север-Юг, статус которого определен еще в 1999 году. Он был создан для обеспечения грузопотоков из стран Балтии и России в Индию и страны Центральной Азии. Коридор имеет две ветви. Западная ветвь проходит из Индии морским путем до порта Бендер-Аббас, далее железной дорогой

и автомобильным транспортом по территории Ирана, Азербайджана с выходом на Россию и Беларусь. Восточная ветвь проходит из Индии морским транспортом через порт Бендер-Аббас, далее отклоняется на Туркменистан, Казахстан с выходом на Россию. На маршруте Север – Юг имеется множество барьеров, которые препятствуют логистической согласованности, обеспечивающей эффективное продвижение грузов.

В основе второго маршрут лежит старинный МТК «Восток – Запад» (Транссибирская магистраль с ответвлениями). Со строительством автомобильного моста через реку Амур, который соединяет Приамурье (Россия) с Китаем появилась новая схема доставки грузов в Китай и из Китая в Беларусь и Россию. Могут быть задействованы виды транспорта: морской, автомобильный, железнодорожный.

Третий транспортно-технологический маршрут проходит через порты Азово-Черноморский бассейн (Тамань, Новороссийск, порты Грузии) и обеспечивает ввоз и вывоз товаров в страны Азии Африки, Латинской Америки.

Четвертый маршрут обеспечивает выход к портам Мурманск и Санкт-Петербург, затем передача груза на морской транспорт и посредством водного коридора Северный морской путь и морские линии в Китай, страны Африки и Латинской Америки.

Пятое направление представляет собой группу маршрутов, обслуживаемых только морскими линиями. Это доставка грузов из Китая в страны Юга Азии, Океании, Африки.

В рамках шестого направления, логистически связанного с маршрутами пятого направления, предстоит сформировать систему трансафриканских транспортно-технологических сухопутных маршрутов. Суть системы в том, что прогнозируется развитие железнодорожного сообщения от порта Александрия (Египет) до портов Эфиопии и ЮАР по территории африканских стран, что будет способствовать повышению уровня их экономического и социального развития.

Прогнозные объемы по приведенным транспортно-технологическим маршрутам до 2030 года представлены в табл. 1, составленной по данным [3].

Таблица 1 – Характеристика транспортно-технологических маршрутов и направлений перемещения грузовых потоков.

Номер и описание транспортно-технологического маршрута		Прогнозные объемы, млн тонн в год
1	МТК «Север – Юг»	Более 30
2	МТК «Восток – Запад»	210
3	Порты Азово-Черноморского бассейна (Тамань, Новороссийск, порты Турции) – в страны Азии Африки, Латинской Америки	152
4	Северо-Западные порты России (Мурманск, Санкт – Петербург, др) – Северный морской путь – Китай, страны Восточной и Южной Азии – страны Африки и Латинской Америки	220
5	Морскими линиями: Китай в страны Юга Азии, Океании, Африки, Латинской Америки	–
6	Система трансафриканских транспортно – технологических маршрутов	При условии развития железнодорожного трансафриканского сообщения

Перенаправление грузопотоков по новым маршрутам выявила недостаточность пропускных и перерабатывающих способностей инфраструктурных объектов, особенно транспортных терминалов.

Транспортная инфраструктура, под которой понимается транспортные коммуникации, терминалы, логистические центры и иные сооружения, устройства и оборудование, обеспечивающие работу транспорта при осуществлении перевозок грузов, пассажиров и багажа – основа для перемещения материальных потоков. В случае исчерпания резервов обеспечить скорое техническое развитие объектов инфраструктуры достаточно сложно, и не всегда целесообразно.

Настоящим достижением нашего времени на транспорте являются технологические возможности, полученные в результате применения цифровых инструментов, развития и внедрения в различные сферы транспортной деятельности искусственного интеллекта и многих других инновационных функционалов, которые несомненно будут способствовать ускорению многих технологических бизнес-процессов, связанных с перемещением материальных и других сопутствующих потоков.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате далеко не «мягкого» воздействия различных геополитических и экономических факторов на транспортно-логистическую деятельность, неизбежно находятся новые пути для движения транспортно-логистических потоков, а субъектам, связанным с обслуживанием этих потоков, приходится проявлять транспортную гибкость. Для быстрого реагирования основополагающим и целесообразным становится обеспечение технологичности транспортно-логистических систем.

С учетом того, что «понятие «транспортная гибкость» можно кратко характеризовать как стратегически подготовленная готовность транспортной организации в короткие сроки изменять привычные транспортно-технологические условия транспортной логистики на технологически целесообразные, удовлетворяющие требования клиентов и соответствующие целям данной транспортной организации» [2], повышение технологичности транспортной системы, способно обеспечить достаточный уровень транспортной гибкости.

ЛИТЕРАТУРА

1. Рафиков, К. Быть ли Соединенным Штатам Евразии? Review Центральная Азия. Приложение: № 22. – С. 2. – URL: <https://www.kommersant.ru/doc/4663087> (дата обращения: 03.07.2025).

2. Пильгун, Т. В. Инновационный подход к формированию системы сбалансированных показателей транспортной организации / Т. В. Пильгун // Автотракторостроение и автомобильный транспорт: сборник научных трудов: в 2 томах / Белорусский национальный технический университет. – Мн. : БНТУ, 2024. – Т. 2. – С. 128–132.

3. Логистические маршруты БРИКС: поиск узких мест и расширение горизонтов сотрудничества // Специализированный научно-практический журнал Логистика (Внешиэкономическая деятельность). – 2024.– № 12. – С.8–12. – URL: <http://www.logistika-prim.ru/articles/logisticheskie-marshruty-briks-poisk-uzkih-mest-i-rasshirenie-gorizontov-sotrudnichestva> (дата обращения: 02.07.2025).

Представлено 03.07.2025

УДК 656:005.932

**РАЗВИТИЕ МЕЖДУНАРОДНЫХ АВТОМОБИЛЬНЫХ
ПЕРЕВОЗОК В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ:
ЛОГИСТИЧЕСКИЙ АСПЕКТ**

**THE DEVELOPMENT OF INTERNATIONAL ROAD
TRANSPORTATION IN THE REPUBLIC OF BELARUS:
THE LOGISTICS ASPECT**

Зиневич А. С., маг. экон. наук, ст. преп.,
Белорусский национальный технический университет,
г. Минск, Республика Беларусь
A. Zinevich, Master of Economics, Senior Lecturer,
Belarusian National Technical University, Minsk, Republic of Belarus

В статье проанализировано текущее состояние транспортного комплекса Республики Беларусь, а также изложены ключевые проблемы и перспективы развития международных автомобильных перевозок грузов с позиции современной логистики.

The article analyzes the current state of the transport complex of the Republic of Belarus, and also outlines the key problems and prospects for the development of international road freight transport from the standpoint of modern logistics.

Ключевые слова: транспортный комплекс, грузооборот, экспорт транспортных услуг, международные перевозки, цифровизация.

Keywords: transport complex, cargo turnover, export of transport service, international transport, digitalization.

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время развитие международных автомобильных перевозок в Республике Беларусь осуществляется в условиях сложной геополитической обстановки в регионе, которая характеризуется переориентацией внешнеторговых и транзитных грузопотоков. Для обоснованного формулирования ключевых проблем и важнейших перспектив развития международных перевозок грузов автомобиль-

ным транспортом в республике представляется необходимым предварительное проведение диагностики текущего состояния транспортного комплекса страны.

АНАЛИЗ СОСТОЯНИЯ ТРАНСПОРТНОГО КОМПЛЕКСА СТРАНЫ

В настоящее время функционирование транспортного комплекса Беларуси и его развитие осуществляются в условиях выполнения Государственной программы «Транспортный комплекс» на 2021–2025 годы [1]. Указанная программа содержит несколько основных подпрограмм в разрезе различных видов транспорта, а также включает три обобщающих целевых оценочных показателя, комплексно характеризующих степень результативности работы транспортного комплекса в ходе реализации программы. К числу указанных сводных критериев отнесены:

- 1) общий грузооборот (без учета трубопроводного транспорта);
- 2) общий пассажирооборот;
- 3) суммарный экспорт транспортных услуг.

Результаты анализа выполнения программы [1] по первому обобщающему показателю за четыре года графически отражены на рис. 1 [2–5].

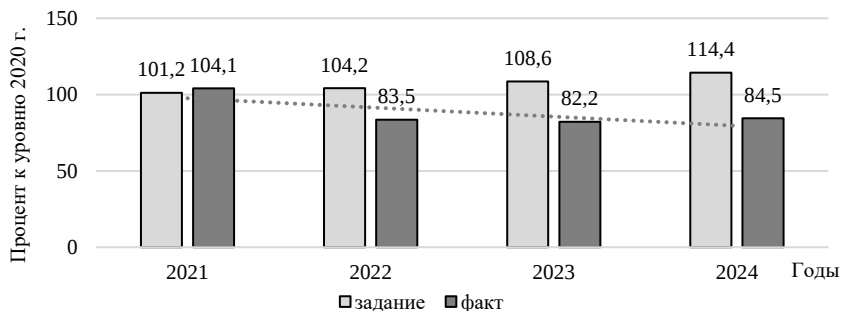


Рисунок 1 – Темпы роста грузооборота транспорта Беларуси (кроме трубопроводного транспорта) в 2021–2024 гг. в процентах к уровню 2020 года

В 2024 году общий грузооборот по транспортному комплексу страны, согласно данным Национального статистического комитета

Республики Беларусь, составил 74 044,9 млн тонно-километров, увеличившись к аналогичному значению за 2023 год на 1,5 % [6]. Следует отметить, что с июня 2022 года в республике не публикуется в открытом доступе статистика по объему перевозок грузов и пассажиров, а также данные о структуре выполненной транспортной работы [7]. По состоянию на 2021 год доля грузового автотранспорта страны в составе общего грузооборота составляла почти 25 %.

Результаты анализа выполнения программы [1] по второму обобщающему показателю представлены на рис. 2 [2–5].

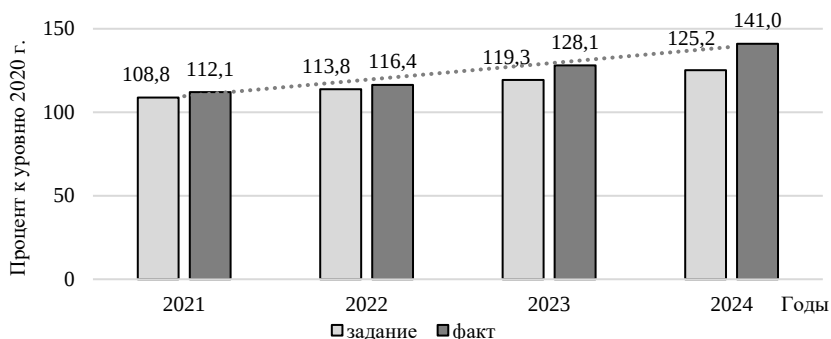


Рисунок 2 – Темпы роста пассажирооборота транспорта Беларуси в 2021–2024 гг. в процентах к уровню 2020 года

Данные на рисунке свидетельствуют о поступательном развитии пассажирских перевозок в республике: ежегодно наблюдается прирост выполненной транспортной работы с превышением значений роста, заложенных в программе [1]. По итогам 2024 года общий пассажирооборот транспорта Беларуси составил 26 500,0 млн пассажиро-километров, годовой прирост к аналогичному значению 2023 года – 9,9 % [6].

Результаты анализа выполнения программы [1] по третьему обобщающему показателю приведены на рис. 3 [2–5].

По данным анализа следует отметить прирост объема экспорта транспортных услуг в течение каждого из анализируемых четырех лет, при этом задание программы [1] было перевыполнено только в 2021 и 2024 годах.

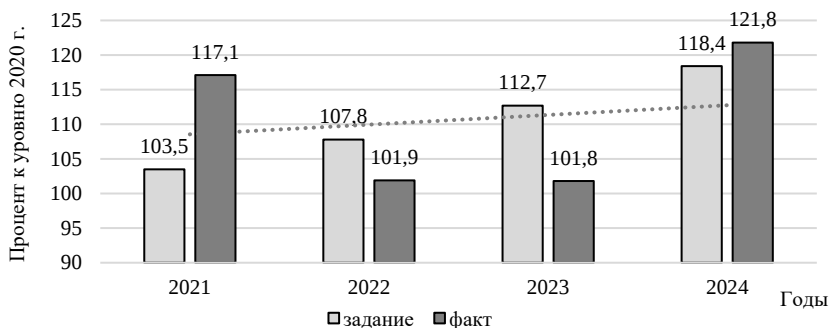


Рисунок 3 – Темпы роста экспорта транспортных услуг Беларуси в 2021–2024 гг. в процентах к уровню 2020 года

МЕЖДУНАРОДНЫЕ АВТОПЕРЕВОЗКИ ГРУЗОВ В БЕЛАРУСИ

Как было отмечено выше, сегодня процесс развития международных автомобильных перевозок грузов в Беларуси осуществляется в достаточно сложных конъюнктурных условиях. При этом грузовой автомобильный транспорт остается важным источником валютных поступлений в бюджет страны и одним из ключевых направлений экспорта транспортных услуг.

К числу основных проблем и задач, решаемых международными автомобильными перевозчиками в настоящее время, следует отнести: необходимость систематического обновления парка подвижного состава; разработка мер по развитию системы налогообложения отечественных перевозчиков, осуществляющих международный транзит грузов; увеличение присутствия отечественных автомобильных перевозчиков на региональном рынке транспортно-логистических услуг; преодоление дефицита иностранных разрешений для осуществления международных автоперевозок, в частности – в направлении Китайской народной республики [8].

Важным шагом на пути дальнейшего развития сферы международных автомобильных грузоперевозок стало подписание Президентом Республики Беларусь А. Г. Лукашенко 17 апреля 2025 г. Указа № 155 «О мерах по развитию международных автомобильных перевозок грузов». Указанный нормативный документ в числе прочего регламентировал освобождение подвижного состава, используемого

перевозчиками в международном сообщении, от уплаты утилизационного сбора. Еще одним значимым достижением стала договоренность весной 2025 года между министрами транспорта Беларуси и Китая о предстоящем увеличении установленной квоты разрешений.

Перспективным направлением в развитии деятельности международных автоперевозчиков Беларуси призваны стать новые логистические схемы мультимодальных грузовых перевозок с использованием двух и более видов транспорта.

С точки зрения развития международной транспортной логистики в регионе важнейшей мерой является инициированная белорусской стороной либерализация международных грузовых перевозок автомобильным транспортом с третьими странами в рамках Евразийского экономического союза (ЕАЭС).

Кроме того, предпринимаются определенные шаги по поэтапной цифровизации рынка транспортно-логистических услуг. Речь идет, прежде всего, о расширении практики использования технологий искусственного интеллекта, внедрения элементов технологии блокчейн в цепях поставок, а также формирования единой цифровой инфраструктуры международных транзитно-транспортных коридоров ЕАЭС для реализации проекта полномасштабной системы международного электронного документооборота: от принятия заявки до поставки продукции.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, ключевым направлением развития международных автомобильных перевозок в Республике Беларусь с позиции современной транспортной логистики является концепция цифровизации международных транспортных коридоров. Ее практическая реализация предполагает последовательное осуществление двух взаимосвязанных комплексов мер. Первый этап представляет собой формирование единой цифровой системы, формирующей наборы документов в электронном виде. Вторая стадия процесса цифровизации транспортной логистики предполагает разработку и реализацию комплекса логистических сервисов, которые из традиционной формы оказания переводятся в цифровой вид в рамках единой платформы.

Перечисленные меры в своей совокупности призваны создать условия для формирования и развития цифровых транспортных коридоров в странах ЕАЭС.

ЛИТЕРАТУРА

1. Постановление Совета Министров Республики Беларусь от 23 марта 2021 года «О Государственной программе «Транспортный комплекс» на 2021–2025 годы». – URL: <https://www.mintrans.gov.by/uploads/files/Postanovlenie-SM-ot-23-marta-2021-goda-O-Gosprogramme-TK-na-2021-2025-gody.pdf> (дата обращения: 30.06.2025).

2. Отчет о ходе выполнения Государственной программы «Транспортный комплекс» на 2021–2025 годы. – URL: <https://www.mintrans.gov.by/uploads/files/Otchet-za-2021-god-po-Gosprogramme-TK.docx/> (дата обращения: 30.06.2025).

3. Отчет о результатах реализации в 2022 году Государственной программы «Транспортный комплекс» на 2021–2025 годы. – URL: <https://www.mintrans.gov.by/images/data/14-06-2023-2.docx> (дата обращения: 30.06.2025).

4. Отчет о результатах реализации в 2021–2023 годах Государственной программы Транспортный комплекс на 2021–2025 годы. – URL: <https://www.mintrans.gov.by/images/2024/26-06-24-21.pdf> (дата обращения: 30.06.2025).

5. Отчет о результатах реализации в 2024 году и в 2021–2024 годах Государственной программы «Транспортный комплекс» на 2021–2025 годы. – URL: <https://www.mintrans.gov.by/images/2025/09-06-25-14.docx> (дата обращения: 30.06.2025).

6. Инфографика «О работе транспорта Республики Беларусь». – URL: https://www.belstat.gov.by/upload-belstat/upload-belstat-pdf/oficial_statistika/2024/transport-2024.pdf (дата обращения 30.06.2025).

7. Грузооборот транспорта в Беларуси снизился на 17, 7% в 2023 году. – URL: <https://news.ati.su/news/2024/01/31/gruzooborot-transporta-v-belarusi-snizilsja-na-177-v-2023-godu-190868/> (дата обращения: 30.06.2025).

8. Об итогах Общего собрания членов Ассоциации «БАМАП». – URL: http://bamap.org/information/news/2025_06_24_221352/ (дата обращения: 30.06.2025).

Представлено 01.07.2025

УДК 504.6:656

**СОВРЕМЕННЫЕ ИНСТРУМЕНТЫ ПРИМЕНЕНИЯ
«ЗЕЛеной» ЛОГИСТИКИ В ТРАНСПОРТНОЙ
ДЕЯТЕЛЬНОСТИ**

**ADVANCED TOOLS FOR THE APPLICATION OF "GREEN"
LOGISTICS IN TRANSPORT ACTIVITIES**

Якубовская Т. Л., ст. преп.

Белорусский национальный технический университет,

г. Минск, Республика Беларусь

T. Yakubovskaya, Lecturer,

Belarusian National Technical University, Minsk, Republic of Belarus

В данной статье исследованы современные подходы к применению эколого-ориентированных технологий в транспортной сфере, что отражается в концепции «зеленой» логистики.

This article examines advanced approaches to the application of environmentally friendly technologies in the transport sector, which is reflected in the concept of “green” logistics.

Ключевые слова: «зеленая» логистика, «эко-тренды», альтернативные виды топлива, энергоэффективные технологии.

Keywords: green logistics, eco-trends, alternative fuels, energy-efficient technologies.

ВВЕДЕНИЕ

В последние годы наблюдается активное развитие и внедрение экономических механизмов, способствующих переходу к более устойчивым методам транспортировки. Это связано как с международными обязательствами, так и с внутренними потребностями стран. Многие транспортные компании внедряют принципы «зеленой» логистики, стремясь не только обеспечить высокий уровень обслуживания клиентов, но и минимизировать негативное воздействие транспортно-логистической деятельности на окружающую среду. Например, компания DHL активно работает над снижением углеродного следа, используя электрические и гибридные транспортные средства и оптимизируя маршруты; Maersk – использует более эф-

фektивные суда и возобновляемые источники энергии; UPS – внедряет технологии для уменьшения выбросов CO₂ и использует альтернативные виды топлива.

ОСНОВНЫЕ ЭКО-ТРЕНДЫ, ПРИМЕНЯЕМЫЕ НА ТРАНСПОРТЕ

С ростом потребления в современной экономике и соответствующим увеличением объемов перевозок процессы перемещения грузов и пассажиров все в большей степени влияют на экологию. Для сокращения негативного воздействия на окружающую среду в мировом сообществе сформировалась концепция «зеленой» логистики, которая включает в себя всестороннее исследование факторов негативного влияния логистической деятельности на окружающую среду и разработку мер по сокращению вредного воздействия логистики на экологию.

Основные направления реализации концепции «зеленой» логистики включают:

1. Оптимизацию транспортных потоков. Статистические данные о грузоперевозках в мире показывают, что коэффициент использования пробега в среднем не превышает 0,7. Это приводит к лишним выбросам и затратам ресурсов. Решение данной проблемы – применение TMS-систем, динамической маршрутизации и искусственного интеллекта для оптимизации маршрутов, использование аналитики больших данных при прогнозировании размеров запасов, интеграция некоторых бизнес-процессов производителей с поставщиками для снижения затрат.

2. Использование альтернативных видов топлива, включая:

- биотопливо – позволяет снизить выбросы на 50–80 % по сравнению с обычным топливом в авиации и морских перевозках;

- водородное топливо – считается одним из наиболее перспективных источников энергии для тяжелого грузового транспорта и морских судов;

- сжиженный природный газ (LNG) – применяется в грузовом автотранспорте и судоходстве, снижая выбросы на 20–25 %;

- электроэнергию – компании, такие как Tesla, Volvo и Mercedes, разрабатывают электрические грузовики с нулевыми выбросами, что позволяет существенно сократить углеродный след [1].

3. Внедрение карбон-нейтральных программ. Многие международные компании, в том числе транспортные, реализуют мероприятия, направленные на компенсацию выбросов углерода: проекты по восстановлению лесов, созданию солнечных и ветровых электростанций, использование «зеленых» сертификатов, подтверждающих сокращение выбросов, применение технологии Carbon Capture (захват и хранение углерода) [2].

4. Применение энергоэффективных технологий. Например, внедрение технологий совместной загрузки (shared logistics). предполагает совместное использование несколькими предприятиями одного подвижного состава для доставки грузов. В результате транспортные средства используются более рационально, сокращаются холостые пробеги и количество выбросов; также это позволит разделить расходы на топливо, обслуживание и аренду транспорта между несколькими предприятиями. К энергоэффективным технологиям относится и использование экологически чистых транспортных средств, например электрических или гибридных автобусов. Гибридные двигатели являются немаловажным достижением в сфере транспорта. Основными преимуществами такого типа двигателя является малозумность, экологичность и экономичность. Современные гибридные автомобили потребляют примерно на 25 % меньше топлива, чем обычные автомобили. В отличие от полностью электрических автомобилей, гибриды позволяют подстраховаться в случае отсутствия возможности зарядки батареи. Полностью электрические автомобили исключают использование ископаемого топлива, работая исключительно на электричестве.

5. Применение экологичных упаковочных средств: тары с высокими показателями ремонтпригодности и долговечности использования, а также полностью утилизируемой упаковки.

6. Повышение эффективности обратной логистики. Для этого могут использоваться цифровые технологии отслеживания и анализа возвратов, упрощения процесса возврата для клиентов, эффективную переработку отходов. Отработанные моторные, трансмиссионные масла и другие жидкости содержат токсические вещества, которые требуют специальной утилизации. Полностью использованные автомобильные аккумуляторы и батареи содержат высокотоксичные вещества, неправильная утилизация которых приводит к экологическим проблемам. Неправильная утилизация таких отходов приводит

к загрязнению почвы и воды, выбросам парниковых газов, а также накоплению не разлагаемых отходов.

7. Использование водителями энергоэффективных методов вождения, что позволяет поддерживать оптимальную скорость, плавное ускорение и торможение и, в результате, сократить расход топлива.

Основной проблемой внедрения экотрендов являются высокие первоначальные инвестиции. Однако, развитие концепции «зеленой» логистики в международных перевозках является необходимым шагом к устойчивому будущему.

В настоящее время действует ряд международных соглашений, направленных на выполнение задач «зеленой» логистики.

Одним из таких соглашений является Международная конвенция по предотвращению загрязнения с судов (MARPOL) – основное международное соглашение, охватывающее вопросы предотвращения загрязнения морской среды судами по производственным или аварийным причинам. В настоящее время конвенция содержит шесть приложений, которые включают в себя правила, направленные на предотвращение и сведение к минимуму загрязнения с судов. Важной особенностью конвенции является полный запрет на сброс в море всех видов пластика [3].

Проблемы экологии существуют во многих странах мира, что должно заострять внимание не только на государственном, но и международном уровнях.

ISO 14000 – это набор международных стандартов, связанных с окружающей средой и позволяющих внедрить в работу предприятия экологические цели и политику, при этом учитывая требования законодательства. Стандарт ISO 14001-2015 необходим для предприятий транспорта. Внедрение системы экологического менеджмента позволяет повысить конкурентоспособность, а также следовать международному законодательству, что помогает избежать штрафов за нанесенный экологический ущерб. Помимо этого, наличие такого сертификата обязательно при выходе на международный рынок услуг [4].

В Республике Беларусь экологическим вопросам также уделяется пристальное внимание: реализуются государственные программы, совершенствуется законодательство, разрабатываются основопола-

гающие документы в области охраны окружающей среды и рационального природопользования. Постановлением Совета Министров Республики Беларусь от 10.12.2021 г. № 710 «О Национальном плане действий по развитию «зеленой» экономики в Республике Беларусь на 2021–2025 годы» взят курс на развитие электротранспорта, развитие циркулярной экономики.

Государство осуществляет поддержку предприятий, создавших и сертифицировавших систему экологического менеджмента в Национальной системе подтверждения соответствия. Суть поддержки заключается в льготах по уплате экологического налога. Зачастую сэкономленные благодаря льготе средства компенсируют затраты на проведение сертификации.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В настоящее время прогрессивными транспортными компаниями применяются различные инструменты «зеленой» логистики, обеспечивающие устойчивое развитие и снижение экологических рисков. Введение строгих норм и стандартов по охране окружающей среды на уровне государств и международных организаций необходимо для внедрения «зеленой» логистики.

ЛИТЕРАТУРА

1. Конешнов, А. С. Перспективы применения инновационных технологий в зеленой логистике / А.С. Кочешнов // Российский экономический вестник. – 2020. – № 5, том 3. – С. 126–130.

2. Зеленая логистика: экотренды в международных грузоперевозках // intel. – URL: <https://intel-logistic.com/blog/zelenaya-logistika-ekotrendy-v-mezhduna-rodnyh-gruzoperevozkah/> (дата обращения: 05.06.2025).

3. Международная конвенция по предотвращению загрязнения судов (MARPOL) // International maritime organization. – URL: [https://www.imo.org/en/About/Conventions/Pages/International-Convention-for-the-Prevention-of-Pollution-from-Ships-\(MARPOL\).aspx](https://www.imo.org/en/About/Conventions/Pages/International-Convention-for-the-Prevention-of-Pollution-from-Ships-(MARPOL).aspx) (дата обращения: 05.06.2025).

4. Экологический менеджмент ISO 14001 // Стандарт качества. – URL: <https://standartno.by/services/sistema-ekologicheskogo-menedzhmenta-iso-14000/> (дата обращения: 05.06.2025).

Представлено 09.06.2025

**ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ЦИФРОВОЙ
ТРАНСФОРМАЦИИ: АНАЛИЗ КЛЮЧЕВЫХ ФАКТОРОВ
НЕУСПЕШНОГО ВНЕДРЕНИЯ**

**THEORETICAL ASPECTS OF DIGITAL TRANSFORMATION:
ANALYSIS OF KEY FACTORS OF UNSUCCESSFUL
IMPLEMENTATION**

Якубовская Т. Л., ст. преп., **Евщик П. В.**, студ.,
Белорусский национальный технический университет,
г. Минск, Республика Беларусь
T. Yakubovskaya, Lecturer, P. Yeushchyk, Student,
Belarusian National Technical University, Minsk, Republic of Belarus

В данной статье систематизированы ключевые причины неудач при внедрении цифровых технологий. На примере тестирования роботов Amazon показано, как преждевременное внедрение приводит к снижению производительности и увеличению ошибок.

This article systematizes the key reasons for failure in the implementation of digital technologies. Using the example of testing Amazon robots, it shows how premature implementation leads to decreased productivity and an increase in errors.

Ключевые слова: *цифровизация, внедрение технологий, риски, эффективность цифровизации.*

Keywords: *digitalization, implementation of technologies, risks, efficiency of digitalization.*

ВВЕДЕНИЕ

Согласно актуальным рыночным исследованиям, объем глобального рынка цифровых складов в 2024 году составил 6,5 млрд долларов США. Аналитики прогнозируют устойчивый рост данного сегмента со среднегодовым темпом роста (CAGR) 7,5 % в период с 2026 по 2033 год. При сохранении указанной динамики ожидается, что к 2033 году совокупная рыночная капитализация достигнет 12,5 млрд долларов США. Указанная тенденция свидетельствует о возрастающей роли цифровизации в логистическом секторе

и трансформации традиционных складских моделей под влиянием Индустрии 4.0 технологий [1].

ОСНОВНЫЕ ПРИЧИНЫ НЕУДАЧНОГО ВНЕДРЕНИЯ ЦИФРОВИЗАЦИИ.

Несмотря на прогнозируемый рост рынка цифровых складов и потенциальные преимущества автоматизации, процесс цифровой трансформации не всегда приводит к ожидаемым результатам. Внедрение цифровых технологий сопряжено с рядом рисков, способных не только снизить эффективность инвестиций, но и вызвать операционные сбои, финансовые потери и снижение производительности.

Как показывает практика, даже при наличии значительных инвестиций и технологических возможностей многие проекты цифровой трансформации складов не достигают запланированных результатов. Систематизация наиболее распространенных причин провалов позволяет выделить несколько критических факторов.

Во-первых, *отсутствие стратегического обоснования цифровизации*. Часто компании внедряют технологии без глубокого анализа целесообразности, руководствуясь трендами, а не реальными потребностями бизнеса. Это приводит к ситуации «цифровизации ради цифровизации», когда технологические улучшения не решают конкретных операционных проблем или не обеспечивают измеримого экономического эффекта. Например, автоматизация учета при сохранении ручного ввода данных на предыдущих этапах лишь увеличивает нагрузку на персонал без повышения общей эффективности.

Во-вторых, *неверное определение заинтересованных сторон*. Успех цифровой трансформации зависит не только от поддержки топ-менеджеров, но и от вовлеченности ключевых сотрудников на всех уровнях. Игнорирование роли неформальных лидеров или работников, непосредственно взаимодействующих с процессами, приводит к сопротивлению изменениям. Как следствие, даже технологически совершенные системы остаются невостребованными из-за отсутствия *user adoption* (англ. «принятие пользователем» – это степень, в которой конечные пользователи начинают активно и эффективно использовать новую технологию, систему или процесс в своей повседневной работе).

Третья причина – это *частичная оптимизация процессов*. Цифровизация отдельных этапов логистической цепи без синхронизации

смежных участков создает «узкие места». Например, ускорение обработки грузов на складе теряет смысл, если транспортная логистика не адаптирована к новым скоростям. Недооценка масштаба необходимых изменений – частая причина дисбаланса в операционной деятельности.

Четвертая – *пренебрежение кадровым аспектом*. Технологическая модернизация требует параллельного развития компетенций персонала. Отсутствие обучения, мотивационных механизмов и инструментов работы с данными сводит на нет преимущества даже самых передовых решений. В частности, внедрение систем прогнозной аналитики без подготовки специалистов к интерпретации результатов приводит к ошибочным управленческим решениям.

Пятая – это *долгосрочные проекты без видимых промежуточных результатов*. При растянутых сроках реализации инвесторы и руководство теряют интерес к проектам, не демонстрирующим быстрых результатов. Отсутствие четких этапов с измеримыми показателями провоцирует сокращение финансирования или формальное завершение трансформации до достижения целей.

Конфликт с текущими операционными показателями – последняя из наиболее часто встречающихся причин неудачной цифровизации. Внедрение цифровых решений часто временно снижает производительность из-за необходимости параллельного ведения «старого» и «нового» процессов. Если сотрудники не понимают долгосрочных выгод и мотивированы исключительно на краткосрочные KPI, они сознательно или бессознательно саботируют изменения [2].

Дополнительные системные риски, которые могут помешать успешной цифровизации:

- инфраструктурная неподготовленность, например, попытки интеграции IoT или облачных платформ в устаревшие ИТ-среды вызывают сбои и снижают надежность;

- кибербезопасность – увеличение числа подключенных устройств расширяет поверхность для атак;

- экономическая неэффективность – ошибки в расчетах окупаемости инвестиций, например, при внедрении роботизированных складов для низкооборотного ассортимента.

Результаты тестирования роботов Amazon в 2025 году демонстрируют важность взвешенного подхода к автоматизации. Несмотря на ожидаемые преимущества замены человека роботом, практические

испытания выявили существенные недостатки: роботизированные системы не только уступали людям в скорости на 19 единиц в час, но и допускали ошибки в 15 % случаев, часто приводя к повреждению товаров [3].

Таким образом, необходима тщательная валидация технологий перед масштабным внедрением. Цифровая трансформация требует не просто закупки оборудования, а последовательного процесса тестирования и доработки. В данном случае выявленные проблемы с обработкой товаров позволяют целенаправленно совершенствовать алгоритмы и механизмы роботов.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проблемы внедрения цифровизации носят комплексный характер, что в свою очередь требует предварительного аудита процессов и потребностей, поэтапного внедрения с пилотированием решений и постоянного мониторинга адаптации персонала.

Практический опыт Amazon подтверждает: успешная цифровизация строится на трех принципах. Во-первых, обязательное пилотное тестирование в реальных условиях. Во-вторых, готовность дорабатывать технологии по результатам испытаний. В-третьих, постепенное масштабирование только проверенных решений. Такой подход минимизирует риски и обеспечивает реальную, а не декларативную эффективность автоматизации.

ЛИТЕРАТУРА

1. Информация о рынке цифровых складов. – URL: <https://www.verifiedmarketreports.com/ru/product/digital-warehouse-market/> (дата обращения: 04.07.2025).
2. Шесть причин неудачных цифровых трансформаций. – URL: <https://op-ex.ru/article/shest-prichin-neudachnyh-czifrovyyh-transformaczij/?ysclid=mcopk2hpjy751165762> (дата обращения: 04.07.2025).
3. Складские роботы Amazon медленно работают и портят товары. – URL: https://www.cnews.ru/news/top/2025-05-13_skladskie_raboty_ot_amazon_rabotayut?ysclid=mcqpjdy1uv642112293 (дата обращения: 04.07.2025).

Представлено 09.06.2025

УДК 658.7.011.1

ЦИФРОВОЙ ДВОЙНИК СКЛАДА КАК ИНСТРУМЕНТ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ УПРАВЛЕНИЯ ЗАПАСАМИ НА СКЛАДЕ

**DIGITAL WAREHOUSE DOUBLE AS A TOOL FOR IMPROVING
WAREHOUSE INVENTORY MANAGEMENT EFFICIENCY**

Якубовская Т. Л., ст. преп., **Шаляпин А. Д.**, студ.,
Белорусский национальный технический университет,
г. Минск, Республика Беларусь

T. Yakubovskaya, Lecturer, **A. Shaliapin**, Student,
Belarusian National Technical University, Minsk, Republic of Belarus

В данной статье исследованы возможности решения актуальных проблем управления запасами на складе при помощи использования цифровых двойников склада и иных систем управления запасами.

This article explores the possibilities of solving current inventory management problems in a warehouse using digital warehouse twins and other inventory management systems.

Ключевые слова: цифровой двойник, ABC- и XYZ-анализ, цифровые технологии, анализ больших данных.

Keywords: digital twin, ABC and XYZ analysis, digital technologies, big data analysis.

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время в Республике Беларусь все еще функционирует значительное количество складов низкой классности, что свидетельствует о недостаточном уровне развития цифровых технологий и автоматизации в складской отрасли. Отсутствие современных информационных систем управления и автоматизированных средств обработки данных приводит к значительным затруднениям в учете товарно-материальных запасов, а также ограничивает возможности оперативного контроля и прогнозирования складских операций.

Такие недостатки способствуют возникновению ошибок при ведении учета, увеличивают риск избыточных или дефицитных запасов и снижают уровень прозрачности логистических процессов. Это нега-

тивно отражается на общей операционной эффективности склада, приводит к снижению оборачиваемости запасов и, как следствие, уменьшает прибыльность предприятия. В условиях растущей конкуренции и необходимости обеспечения высокого уровня сервиса данные проблемы становятся критически значимыми, что подчеркивает актуальность внедрения передовых цифровых технологий, таких как системы управления складом (WMS), автоматизированные системы учета и цифровые двойники.

ЧТО ТАКОЕ ЦИФРОВЫЕ ДВОЙНИКИ И ПРИМЕРЫ ИХ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ

Современная логистическая отрасль в Республике Беларусь, как и во многих странах, активно развивается под влиянием глобальной цифровизации. Рост требований к скорости, точности и прозрачности обслуживания стимулирует белорусские предприятия внедрять современные технологии для повышения эффективности складских процессов. Однако в ряде компаний до сих пор наблюдается низкая степень цифровизации складских операций, что связано с ограниченным внедрением автоматизированных систем и недостаточным использованием аналитических инструментов. В этих условиях управление запасами остается одной из наиболее острых проблем, напрямую влияющей на экономическую эффективность бизнеса [1].

Цифровой двойник – виртуальная модель физического склада, синхронизированная с реальным объектом через поток данных в режиме реального времени – предлагает новые возможности для оптимизации складской логистики в Беларуси. Технология цифровых двойников начинает внедряться в республике преимущественно на крупных предприятиях, в том числе в пищевой промышленности, машиностроении и торговле. Например, на одном из крупных логистических центров Минска внедрение цифрового двойника позволило сократить время обработки заказов и улучшить точность учета запасов, что существенно повысило качество клиентского сервиса.

Мировой опыт применения цифровых двойников на складах компаний свидетельствует о значительных положительных тенденциях в развитии компаний, использующих данный инструмент. Например, специалисты компании DNL создали цифровую модель склада с помощью данных датчиков LoT, GPS и др., разработанных алгоритмов

для анализа данных, интегрировав ее в WMS-систему. Таким образом DNL добилась роста производительности труда на 15 % и улучшения точности прогнозирования спроса на 25 %, что привело к сокращению складских затрат на 10 % [2].

Другой пример – создание цифровых двойников склада компании Walmart, благодаря которым были выявлены неэффективные процессы, в том числе, связанные с энергопотреблением, и произведена интеграция системы управления складом с системами автоматизации для управления освещением, отоплением и охлаждением. В результате энергопотребление сократилось на 15 %, уменьшение выбросов углекислого газа – на 10 %; эффективность использования ресурсов компании в целом увеличилась на 8 % [3].

Однако создание и применение цифровых двойников связано со значительными инвестициями в программное обеспечение и квалифицированный персонал; предполагает обработку значительного массива данных, что требует специальных технологий обработки информации. Также следует отметить, что цифровые двойники, как и любые современные средства оптимизации бизнес-процессов компаний, связанные с информационными технологиями, могут привести к уязвимости компании для кибератак, а значит требуют дополнительных инвестиций в кибербезопасность.

Для успешного преодоления этих негативных моментов особое внимание необходимо уделять подбору специалистов, обладающих соответствующими знаниями, опытом и креативным мышлением, что позволит создать адекватные модели склада, а также постоянному мониторингу цифровых двойников для своевременного устранения возможных проблем.

При традиционном управлении запасами белорусские склады часто опираются на классические методы ABC- и XYZ-анализа, позволяющие выделять наиболее значимые и наиболее предсказуемые товарные группы. Однако из-за недостаточной автоматизации и ограниченного доступа к оперативным данным такие исследования в Беларуси зачастую выполняются нерегулярно и с использованием устаревших данных. В результате предприятия сталкиваются с риском накопления избыточных запасов или дефицита, что увеличивает затраты на хранение и снижает уровень обслуживания. Внедрение цифровых двойников на белорусских складах значительно

усиливает потенциал ABC- и XYZ-анализов за счет постоянного обновления информации и применения алгоритмов машинного обучения для адаптивной классификации товаров. Это позволяет оперативно реагировать на сезонные колебания спроса, изменения в цепочках поставок и особенности регионального рынка [4].

Отдельные примеры применения цифровых двойников в Республике Беларусь включают проекты в рамках государственно-частного партнерства, где цифровые решения внедряются в логистику аграрного сектора для оптимизации хранения и распределения сельскохозяйственной продукции. Использование цифровых двойников помогает прогнозировать спрос в зависимости от погодных условий, рыночных тенденций и экспортных возможностей, что особенно важно для белорусского экспорта.

Технические возможности для внедрения цифровых двойников в Республике Беларусь постепенно растут благодаря развитию ИТ-инфраструктуры, появлению специализированных компаний и увеличению инвестиций в цифровизацию. Однако остаются вызовы, связанные с необходимостью обучения персонала, интеграции с устаревшими системами и нормативно-правовым регулированием. Тем не менее, примеры успешных пилотных проектов подтверждают высокий потенциал технологии для повышения эффективности управления запасами на складах [5].

В экономическом плане цифровой двойник помогает белорусским предприятиям снижать издержки, улучшать оборачиваемость запасов и увеличивать точность планирования. Это особенно важно для малого и среднего бизнеса, где оптимизация складских процессов напрямую влияет на конкурентоспособность на внутреннем и внешнем рынках.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, цифровые двойники становятся перспективным инструментом цифровой трансформации складских процессов в Беларуси, способствуя решению ключевых проблем управления запасами, повышению качества сервиса и укреплению позиций предприятий на рынке. Дальнейшее развитие этой технологии в республике зависит от расширения внедрения, повышения компетенций специалистов и развития нормативной базы, что создаст условия для широкого распространения инновационных решений в логистике.

ЛИТЕРАТУРА

1. Зачем нужны цифровые двойники в складской логистике? // РБК Компании. – 2024. – URL: <https://companies.rbc.ru/news/1OizjBcHaF/zachem-nuzhnyi-tsifrovyie-dvojniki-v-skladskoj-logistike/> (дата обращения: 07.06.2025).
2. Digital Twins in Logistics. – URL: <https://www.dhl.com/content/dam/dhl/global/core/documents/pdf/glo-core-digital-twins-in-logistics.pdf> (дата обращения: 07.06.2025).
3. Are you ready to implement AI like Walmart?. – URL: <https://the-codework.com/explore/are-you-ready-to-implement-ai-like-walmart/> (дата обращения: 07.06.2025).
4. Имитационная модель склада // BIA-Technologies. – URL: https://bia-tech.ru/solutions/imitacionnaya-model-sklada/?utm_referrer=https%3A%2F%2Fyandex.by%2F (дата обращения: 07.06.2025).
5. Цифровые двойники склада в действии // Expert Logistic. – URL: <https://expert-logistic.com/content/czifrovyie-dvojniki-sklada-v-dejstvii> (дата обращения: 07.06.2025).

Представлено 09.06.2025

УДК 621.869

ШЕРИНГ УМНЫХ КОНТЕЙНЕРОВ ГРУЗОВОГО АВТОТРАНСПОРТА В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ И РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

SHARING SMART CONTAINERS FOR CARS IN THE REPUBLIC OF BELARUS AND THE RUSSIAN FEDERATION

Стефанович Н. В., ст. преп., **Береснева К. С.**, студ.,
Белорусский национальный технический университет,
г. Минск, Республика Беларусь

N. Stefanovich, Senior Lecturer, K. Beresneva, Student,
Belarusian National Technical University, Minsk, Republic of Belarus

Анализируются возможности использования смарт-гаджетов, оснащенных датчиками и устройствами мониторинга, которые

позволяют отслеживать состояние груза и условия перевозки в режиме реального времени. Подчеркивается необходимость комплексного подхода при реализации шеринга и его тщательный анализ, развитие необходимой инфраструктуры, законодательного регулирования и обеспечения кибербезопасности.

The possibilities of using smart gadgets equipped with sensors and monitoring devices that allow you to track the condition of cargo and transportation conditions in real time are analyzed. It emphasizes the need for an integrated approach to the implementation of sharing and its thorough analysis, the development of the necessary infrastructure, legislative regulation and cybersecurity.

Ключевые слова: умный контейнер, груз, датчик, смарт-устройство, шеринг, контейнерные перевозки, автомобильный транспорт, логистический процесс, транспорт.

Keywords: smart container, cargo, sensor, smart device, sharing, container transportation, road transport, logistics process, transport.

ВВЕДЕНИЕ

Транспортные компании постоянно стремятся к оптимизации и упрощению процессов, использованию новых устройств. В логистике примером изменений служит умный контейнер (далее по тексту УК) или контейнер, оборудованный различными датчиками и устройствами [1]. Смарт-контейнеры определены стандартом Международной организации по стандартизации ISO-6346 и представляют собой контейнеры-рефрижераторы, сухие контейнеры и контейнеры-цистерны, используемые для мультимодальных грузовых перевозок, оснащенные дополнительной электронной системой отслеживания и мониторинга «от двери до двери».

По прогнозам согласно отчету британской компании Drewry в течение следующих пяти лет глобальный парк контейнерного оборудования с поддержкой телематики вырастет в 6 раз и к 2027 году на него придется 30 % мировых запасов контейнеров, что обусловлено более широким внедрением этого оборудования в парк сухих контейнеров [2].

ВОЗМОЖНОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ШЕРИНГА

Смарт гаджеты не участвуют в грузоперевозках на территориях стран ЕАЭС. Альтернативой является шеринг или бизнес-модель,

основанная на аренде контейнеров, оборудованных технологиями мониторинга.

На практике используются 20-футовые контейнеры (TEU) для перевозки тяжелых, но компактных грузов и 40-футовые контейнеры (FEU) для более объемных, но относительно легких грузов с грузоподъемностью до 26,5 тонн. Существуют контейнеры увеличенной вместимости.

Шеринг смарт устройств имеет ряд преимуществ для российских и белорусских компаний:

- 1) экономия за счет отсутствия затрат на приобретение, обслуживание и ремонт контейнеров;
- 2) гибкость: возможность арендовать контейнеры на определенный срок и в необходимом количестве;
- 3) доступ к инновациям: использование современных технологий без необходимости постоянного обновления парка подвижного состава.

Республика Беларусь (далее РБ) находится на пересечении основных транспортных магистралей между Европой и Азией и имеет потенциал шеринга УК. Через ее территорию количество транзитных перевозок в страны Шанхайской организации сотрудничества (ШОС) с января по август 2023 года возросло на 20 %, если сравнивать с аналогичным периодом 2022 года. [3]

РБ и Российская Федерация (далее РФ) известны многооборотными поставками пищевой отрасли (молочная и мясная продукция) в страны с высоким температурным режимом. УК позволяет контролировать температуру, состав воздуха и влажность для качественной перевозки скоропортящихся товаров на значительные расстояния, что представляет собой значительный потенциал для оптимизации логистических процессов и повышения конкурентоспособности предприятий на международном рынке.

Автомобильные грузоперевозки между РБ и РФ, крупнейшими торговыми партнерами в рамках Евразийского экономического союза – одна из ключевых отраслей, влияющих на экономические отношения между странами. По данным 2024 года РБ экспортирует в РФ 93 % всего объема экспорта в страны ЕАЭС. Экспорт стран ЕАЭС за 2024 год: РФ (36 %), РБ (34 %), Казахстан (15 %), Армения (10 %), Киргизия (5 %).

Вопрос предоставления услуг шеринга УК для автомобильных грузоперевозок находится в стадии развития. Есть несколько вариантов организации доступа к услугам:

1) международные логистические компании, например, Maersk, CMA CGM, MSC, Hapag-Lloyd;

2) производители ORBCOMM, Nexxiot, Traxens, разрабатывающие технологии для УК, могут предложить аренду оборудования и программного обеспечения [4];

3) исследование контейнерного парка соседних стран и заключение сделок по шерингу УК.

Для РБ и РФ первоначально необходимо:

- провести тщательный анализ рынка и выявить потенциальных поставщиков услуг шеринга УК;

- создать партнерство с международными логистическими компаниями и технологическими провайдерами;

- получить государственную поддержку в развитии рынка шеринга УК через создание благоприятных условий для инвестиций и развитие инфраструктуры;

- разработать законодательную базу, регулирующую использование и аренду УК;

- обеспечить защиту данных, передаваемых с датчиков контейнеров.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Шеринг УК является перспективным направлением, способствующим модернизации логистической отрасли и укреплению экономического потенциала РБ и РФ. Развитие собственных технологий может стать экономически выгодным преимуществом для стран ЕАЭС.

ЛИТЕРАТУРА

1. Береснева, К. С. Развитие логистики и управления цепями поставок : материалы V Международной научно-практической молодежной конференции, посвященной 55-летию кафедры «Экономика и логистика» г. Минск, 5 декабря 2024 года / редкол.: С. В. Скирковский, Р. Б. Ивуть, П. И. Лапковская; сост. П. И. Лапковская. – Мн. : БНТУ, 2024. – С. 33.

2. Supply Chain Transformation: Smarter with Smart Containers // CATCHING WAVES WITH MSC: blog. – URL:

<https://www.msc.com/en/lp/blog/technology/how-smart-containers-improve-supply-chains> (дата обращения: 30.06.2025).

3. Транспорт в Республике Беларусь / редкол: И. В. Медведева, И. С. Кангро, Ж. Н. Василевская, О. А. Довнар, Е. И. Кухаревич, Т. В. Лапковская, И. А. Мазайская, Е. М. Палковская, С. Э. Ермолович. – Мн. : Национальный статистический комитет Республики Беларусь, 2020. – 22 с.

4. Белая книга по содействию торговле в связи с «умными» контейнерами / сост. Ханане Беча, Клитон Алвес дос Сантос Жоао Си-моес, Виктор Дольцемасоло [и др.]. – СЕФАКТ ООН, 2020. – 31 с.

Представлено 02.07.2025

УДК 004.62

УПРАВЛЕНИЕ ПРОЦЕССОМ ОКАЗАНИЯ ТРАНСПОРТНО-ЛОГИСТИЧЕСКИХ УСЛУГ

MANAGING THE PROCESS OF PROVIDING TRANSPORT AND LOGISTICS SERVICES

Стефанович Н. В., ст. преп.,
Белорусский национальный технический университет,
г. Минск, Республика Беларусь
O. Stefanovich, Senior Lecturer,
Belarusian National Technical University, Minsk, Republic of Belarus

Смоделирован виртуальный процесс доставки товаров автомобильным транспортом. Проведен расчет симитированного и оптимизированного времени при оказании транспортно-логистических услуг.

The virtual process of cargo delivery by road has been studied. The calculation of simulated and optimized time for providing transport and logistics services has been carried out.

Ключевые слова: моделирование, услуга, время, процесс, операция, система, элемент.

Keywords: modeling, service, time, process, operation, system, element.

ВВЕДЕНИЕ

«Моделирование – это исследование явлений, процессов или систем объектов за счет построения и изучения их абстрактных представлений в какой-либо форме, способствующей получению более полной информации» [1].

За основу при моделировании процессов оказания транспортно-логистических услуг возьмем комплексный показатель эффективности логистической системы – продолжительность полного логистического цикла. Для ее определения с помощью методологии функционального моделирования IDEF0, отличительной особенностью которой является акцент на соподчиненность и взаимозависимость объектов, графически представим процесс перевозки груза в виде нотаций и оптимизируем его.

ПОРЯДОК ДЕЙСТВИЙ ПРИ РАСЧЕТЕ ВРЕМЕНИ ОКАЗАНИЯ ТРАНСПОРТНО-ЛОГИСТИЧЕСКИХ УСЛУГ

Первоначально создадим функциональную модель верхнего уровня, которая представлена на рис. 1. Входящая стрелка – «Заявка», это вводная, которая необходима для запуска процесса. Управляющие для перевозки груза – это «Нормативные документы, законы», «Расчет параметров перевозки груза». В роли «Механизмов» выступают диспетчер, медработник, водитель, механик и транспортное средство. Выходящая стрелка – «Доставка груза», это цель, которая должна быть достигнута участниками после окончания всех выполненных операций.

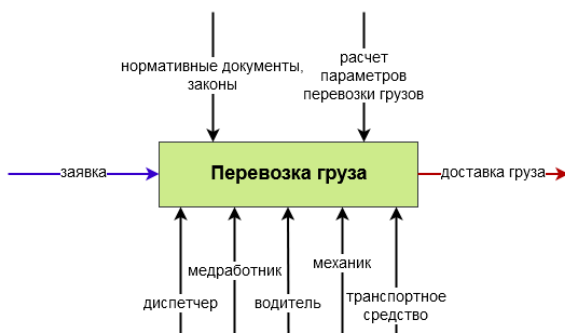


Рисунок 1 – Основной блок «Перевозка груза»

Бизнес-процесс детализируем и декомпозируем блок «Перевозка груза» на связанные между собой элементы (рис. 2). Каждая из диаграмм будет являться функциональной моделью второго уровня.

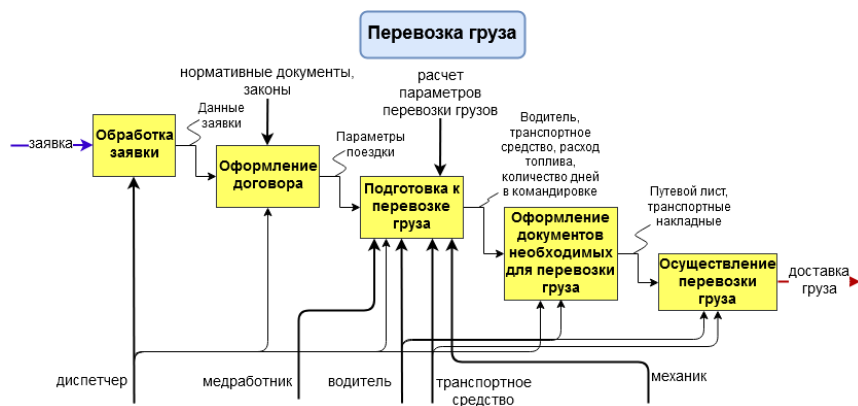


Рисунок 2 – Декомпозиция процесса «Перевозка груза»

Продолжительностью логистического цикла складывается из совокупности времени выполнения отдельных операций:

$$T_{\text{ц}}^{\text{посл}} = 0,5 + 0,5 + 0,3 + 0,3 + 0,2 + 1,1 + 0,2 + 0,5 + 1,2 + 0,8 + 0,1 + 0,2 + 0,3 + 0,2 + 0,3 + 0,2 = 6,9 \text{ ч.}$$

Последовательная система организации выполнения заказов непродуктивна.

Моделирование процесса с помощью оперограммы показывает, что операции 3 и 4; 5 и 6; 8, 9, 11 и 13, 12 и 14, 15 и 16 можно осуществлять параллельно. При внедрении в систему обслуживания параллельно-последовательного выполнения операций, принятие и обработка заказов будут происходить быстрее. Для более наглядного представления построена циклограмма (рис. 3).

Продолжительность логистического цикла при параллельно-последовательном выполнении операций:

Таблица 1 – Оперограмма процесса «Организация перевозки груза»

Перечень операций	Исполнители						Продолжительность, часы
	Заказчик	Отдел логистики	Транспортно-экспедиционный отдел	Склад временного хранения	Таможенный склад	Отдел декларирования	
1. подача и обработка заявки на предоставление услуг	□	□					0,5
2. Заключение договора на перевозку с заказчиком	□	□					0,5
3. Отправка данных заявки в транспортно-экспедиционный отдел			□				0,3
4. Информирование склада временного хранения о прибытии груза				□			0,3
5. Запрос перевозчику по наличию транспорта						□	0,2
6. Выпуск груза под определённую таможенную процедуру					□		1,1
7. Получение информации о виде и типе подвижного состава от перевозчика			□				0,2
8. Заключение договора с перевозчиком		□					0,5
9. Построение маршрута, оценка маршрута по совокупности критериев		□					1,2
10. Декларирование груза и выпуск его в свободное обращение						□	0,8
11. Получение данных о декларировании			□				0,1
12. Внесение изменений в соответствующие документы						□	0,2
13. Отчёт о таможенном оформлении		□					0,3
14. Контроль правильности и исчисления таможенных платежей						□	0,2
15. Разрешение на перемещение груза и транспортного средства						□	0,3
16. Завершение подготовки сопроводительных документов						□	0,2
	Итого:						6,9

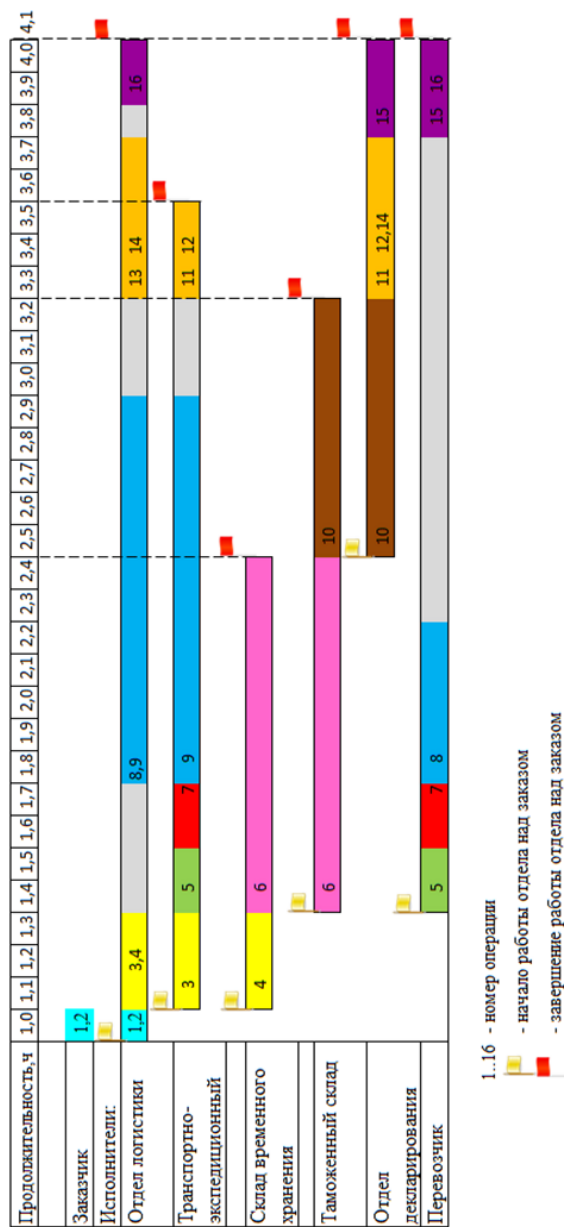


Рисунок 3 – Циклограмма процесса «Организация перевозки груза»

$$T_{\text{ц}}^{\text{пар-посл}} = 6,9 - (0,3 + 0,2 \cdot 2 + 0,5 \cdot 2 + 0,7 + 0,1 + 0,2 + 0,2) = 4 \text{ ч.}$$

Экономия времени при параллельно-последовательном выполнении операций $\Delta_t = T_{\text{ц}}^{\text{посл}} - T_{\text{ц}}^{\text{пар-посл}} = 6,9 - 4 = 2,9 \text{ ч.}$

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Оптимизация времени оказания транспортно-логистических услуг является приоритетным направлением для моделирования на практике.

ЛИТЕРАТУРА

1. Стефанович, Н. В. Минимизация временных издержек транспортно-логистической системы / Н. В. Стефанович, А. И. Лубешко // Автотракторостроение и автомобильный транспорт: сборник научных трудов: в 2 томах / Белорусский национальный технический университет, Автотракторный факультет; редкол.: Д. В. Капский (отв. ред.) [и др.]. – Мн. : БНТУ, 2020. – Т. 2. – С. 204–207.

Представлено 02.07.2025

УДК 658.5

ЭКОНОМИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПРЕДПРИЯТИЯ (С ПРИМЕРАМИ)

ECONOMIC ANALYSIS OF THE COMPANY'S ACTIVITIES (WITH EXAMPLES)

Кочетов Н. В., канд. техн. наук, доц., **Кошелева О. А.**, магистрант,
ОАО «Приборостроительный завод Оптрон»,
г. Минск, Республика Беларусь
N. Kochetov, Ph. D., Ass. Prof., O. Kosheleva, Master's Student,
Optron Instrument-Making Plant, Minsk, Republic of Belarus

Работа посвящена анализу точки безубыточности для случаев, когда имеет место многономенклатурное производство и требуется заменить один вид продукции на другой или освоить дополнительное производство к уже имеющемуся. Также, если имеются потери (отбраковка или нереализация готовой продукции), как это влияет на точку безубыточности, предложена методика для ее определения в случае потерь. Анализ и методика позволяют уточнить расчеты, приближая их к реальному состоянию.

The work is devoted to the analysis of the break-even point for cases where there is a multi-product production and it is necessary to replace one type of product with another or to master additional production to the existing one. Also, if there are losses (rejection or non-sale of finished products), how it affects the break-even point, a method is proposed to determine it in case of losses. Analysis and methodology make it possible to refine the calculations, bringing them closer to the real state.

Ключевые слова: точка безубыточности, эффективность, потери, рентабельность, активизация резервов.

Keywords: break-even point, efficiency, losses, profitability, activation of reserves.

ВВЕДЕНИЕ

Небольшие производственные предприятия нечасто проводят углубленный анализ своей экономической деятельности. Обычно на основе годового бухгалтерского баланса и его приложений проводят

сравнения отчетного и базового годов, считают некоторые коэффициенты (например, рентабельность). В данной работе в дополнение к обычным приведены несколько несложных, но эффективных методов с примерами для многономенклатурного производства (оценка наиболее выгодных направлений и производимых изделий) и торгового предприятия (определение точки безубыточности при наличии нереализации части товаров).

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТОЧКИ БЕЗУБЫТОЧНОСТИ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ НЕСКОЛЬКИХ ИЗДЕЛИЙ И РЕАЛИЗАЦИИ НЕСКОЛЬКИХ НАПРАВЛЕНИЙ

При многономенклатурном производстве целесообразно проводить анализ по видам выпускаемой продукции, ее ранжировку по выгодности. Приведем некоторые подходы к экономическому анализу продукции и производственным услугам предприятия. В табл. 1 приведены направления деятельности рассматриваемого предприятия [1, 2].

Таблица 1 – Деловая активность ОАО «Приборостроительный завод Оптрон» [1, 2]

Деятельность	Направления деятельности
1. НИОКР	Государственные
	Негосударственные
2. Производство	Редукторы
	Тележки для парниковых хозяйств
	Электротранспорт
	Сварочное оборудование
	Пожарное оборудование
3. Производственные услуги	Механическая обработка
	Сборка аккумуляторных батарей
	Гальваника
4. Аренда	Производственные площади
	Бизнес-инкубатор [3]
	Офис
	Зал заседаний
	Складские площади
	Столовая

В табл. 1 показаны уставные виды деятельности, которые по своей специализации может осуществлять предприятие. Для большей

наглядности на основании табл. 1 может быть построен граф, включающий отдельные виды продукции и услуг [4].

Здесь могут быть отражены как реально существующие, так и потенциальные виды возможной деловой активности. Анализируя каждое направление, можем расширить деятельность, вовлекая в хозяйственный оборот скрытые резервы.

На основании этого графа строим планирование: какие направления исключить, какие включить, что нужно, чтобы развивать или включать направления (отремонтировать оборудование, модернизировать, приобрести, какие специалисты будут нужны (привлечь, обучить), примерная смета затрат, временные рамки).

Между направлениями деятельности необходимо поддерживать баланс. В условиях неполной загрузки надо стремиться полностью использовать ресурсы. При полной загрузке важно поддерживать наиболее выгодные направления (продукцию, услуги). Систематический дифференцированный анализ и соответствующие корректировки позволят увеличить прибыльность предприятия [5].

Кроме этого, анализ позволит выявить потенциал роста по направлениям. Каждая новая идея должна быть просчитана путем разработки бизнес-плана. Имея набор бизнес-планов, всегда можно начать реализовывать какой-либо из них при удобных обстоятельствах: инвестировать свободные средства, загрузить оборудование, специалистов, обосновать получение кредита.

Систематизация описанных работ позволит «держать руку на пульсе» предприятия, а следовательно, придаст динамику развития, раскроет потенциал, который есть у предприятия.

Можно назвать несколько методов для финансового анализа предприятия. Помимо традиционных методов анализа на основе показателей бухгалтерского баланса, могут использоваться методы близких областей (экономические, управленческие и др.) [6, 7]. Приведем несколько методов, для наглядности поясним их примерами. В процессе осуществления всегда появятся вопросы, решая которые, методики будут совершенствоваться. Это будет полезно как теоретикам, так и практикам-реализаторам.

Многие предприятия выпускают несколько видов продукции. При этом возникает вопрос, что выгоднее выпускать. С другой сто-

роны, более полное использование ресурсов имеет потенциал дополнительной прибыли. Для оценки себестоимости продукции все затраты обычно делят на переменные и условно-постоянные.

Переменные затраты при нахождении себестоимости единицы продукции определяются как сумма затрат на сырье, материалы, покупные комплектующие, заработная плата основных производственных рабочих при сдельной оплате труда, энергия на технологические цели. Остальное, образно говоря, выносится за скобки.

При реализации продукции устанавливается цена, которая тоже может варьироваться. При централизованной плановой экономике цена устанавливалась государственными органами. В настоящее время тоже есть такого рода цены, например, государственно-закупочные цены, цены на социально значимые товары и т. д.

Что касается рыночных цен, то они определяются конъюнктурой рынка, то есть спросом и предложением, а, следовательно, могут сильно колебаться.

В конечном итоге, предприятие устанавливает цену на свою продукцию.

Какова же прибыльность единицы продукции при многономенклатурном производстве? Есть цена, есть прямые затраты. Их разность дает маржу, или маржинальный доход. Но в маржу включаются условно-постоянные затраты, которые необходимо перераспределить между различными видами продукции (товаров).

Здесь тоже возможны варианты. Например, в розничной торговле на социально-значимые товары устанавливаются минимальные наценки, регулируемые государственными органами. Остальные условно-постоянные затраты будут ложиться на другие товары.

На производстве используют понятие накладных расходов. Обычно он составляет какой-то процент от прямых затрат на всю продукцию. Если к прямым расходам продукции добавить постоянный процент накладных расходов, мы получим себестоимость. Прибыль будет как разность между ценой с себестоимостью. Но такое упрощение может привести к отклонению от реальной прибыльности, поскольку все упирается в принцип перераспределения условно-постоянных (накладных) расходов [5].

В некоторых коммерческих предприятиях для оценки прибыльности выпускаемого на рынок товара используют *ценовой коэффициент*

ент [8], или *доля маржи в выручке*: отношение разности цены и прямых расходов к цене реализации. Чем выше этот коэффициент, тем выгоднее товар.

На перераспределение условно-постоянных затрат можно влиять, отчего будет меняться прибыльность производства.

Пример 1. Завод запасных частей изготавливает шестерни. Ежемесячные условно-постоянные затраты составляют 14,8 млн руб., остальные показатели в табл. 2.

Таблица 2 – Исходные данные. Ежемесячные показатели производства

Показатель	Шестерня А	Зубчатое колесо Б
Выручка, млн руб.	51,3	59,6
Переменные затраты, млн руб.	44,7	47,8

Условно-постоянные затраты могут быть распределены по разному принципу. Если используется дорогостоящее оборудование, то пропорционально затратам времени на производство данного вида продукции, если на работу привлекается высокооплачиваемый специалист (эксперт) – то пропорционально затратам его времени на данный вид продукции и т. д. Обычно на производстве условно-постоянные затраты берут пропорционально выручке данного вида продукции или в процентах от условно-постоянных затрат.

Маржа берется как разность между выручкой и переменными затратами. Условно-постоянные затраты распределяются пропорционально выручке от реализации данного вида продукции. Прибыль считается как разность между выручкой и всеми затратами. В последней строке дано значение точки безубыточности для данного вида продукции. Точка безубыточности показывает переходную точки: Прибыль начинается с превышением точки безубыточности. Результат расчетов дан в табл. 3.

В целом производство прибыльно (3,6 млн руб.): выручка превышает точку безубыточности (110,9 больше 87,0).

Но шестерня А *убыточна*, значение – 0,2 млн руб. (выручка 51,3 меньше точки безубыточности 56,7). Прибыль сформировалась за счет зубчатого колеса Б (прибыль 3,8 млн руб.). В сумме 3,6 млн руб.

Таблица 3 – Расчет ежемесячных показателей производства

Показатель	Шестерня <i>A</i>	Зубчатое колесо <i>B</i>	Всего
Выручка, млн. руб.	51,3	59,6	110,9
Переменные затраты, млн руб.	44,7	47,8	92,5
Условно-постоянные затраты, млн руб.	6,8	8,0	14,8
Маржа, млн руб.	6,6	11,8	18,4
Прибыль, млн руб.	–0,2	3,8	3,6
Доля маржи в выручке	0,12	0,20	0,17
Точка безубыточности, млн руб.	56,7	40,0	87,0

В следующем месяце заказчик отказался от шестерни *A* (купил более дешевые китайские). В таком случае наше предприятие оказалось *убыточным*. Нетрудно подсчитать, что отказ от производства шестерни *A*, при прочих равных условиях, приводит к убыткам в 3 млн руб. Следует обратить внимание, что ресурсы оказались недоиспользованными, а общая величина условно-постоянных затрат практически не изменилась.

Рассмотрим эту же ситуацию по другому сценарию: вместе с двумя первоначальными изделиями предприятие стало изготавливать еще одно – шестерню *B*. В этом случае расчет показан в табл. 4.

Таблица 4 – Расчет ежемесячных показателей производства

Показатель	Шестерня <i>A</i>	Зубчатое колесо <i>B</i>	Шестерня <i>B</i>	Всего
Выручка, млн руб.	51,3	59,6	15,7	126,6
Переменные затраты, млн руб.	44,7	47,8	15,5	108,0
Условно-постоянные затраты, млн руб.	6,7	7,0	1,1	14,8
Маржа, млн руб.	6,6	11,8	0,2	18,4
Прибыль, млн руб.	–0,1	4,8	–0,9	3,8
Доля маржи в выручке	0,12	0,20	0,01	0,15
Точка безубыточности, млн руб.	56,7	40,0	1157	98,7

Анализируем полученный результат: добавили шестерню *B*, ручка от которой немного превосходит переменные затраты (на 0,2 млн руб.). При этом шестерни *A* и *B* оказались убыточными. Однако, общая прибыль производства *выросла* с 3,6 до 3,8 млн руб.

Прирост выручки и прибыли произошел, при прочих равных условиях, за счет лучшего использования имеющихся в распоряжении ресурсов.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТОЧКИ БЕЗУБЫТОЧНОСТИ ПРИ НАЛИЧИИ ПОТЕРЬ

На практике не всегда все, что производится, находит своего покупателя. Нереализованная продукция идет на склад. Это означает, что понесенные затраты на изготовление уходят в условные потери. Условные, до реализации. В этом случае точка безубыточности смещается в худшую сторону.

Поэтому важно работать не на склад, а на потребителя. Организация эффективных товаропроводящих каналов – это отдельная серьезная проблема. Здесь важно соблюсти баланс между ценой, условиями поставки и платежей, временными затратами [9].

Точку безубыточности можно найти и в случаях, когда часть продукции отбраковывается или оказывается нереализованной.

Размеры наценки у разных товаров разные. Это усложняет оценку из-за энтропии исходной информации. Целесообразно весь ассортимент товаров разбить по группам торговой наценки. Тогда в каждой группе может быть произведен экономический анализ по выявлению точки безубыточности.

При производстве однородной продукции точку безубыточности (по объему выпускаемой продукции) находят по известной формуле [10, с. 205]:

$$q = \frac{F}{P - V}, \quad (1)$$

где q – объем продукции в штуках;

F – условно постоянные затраты в рублях;

P – цена за единицу продукции в рублях;

V – переменные затраты на единицу продукции в рублях.

К переменным затратам обычно относят прямые затраты на сырье, материалы, комплектующие, энергию в технологических целях, заработная плата сдельщиков. В некоторых случаях затраты на транспортировку и хранение. Обычно это явно выраженные затраты, приходящиеся на единицу продукции. Остальные затраты учитывать сложнее из-за экономической и информационной энтропии. Поэтому целесообразно их называть условно постоянными.

Если нас интересует стоимостное выражение точки безубыточности, надо обе части выражения умножить на цену за единицу продукции. Тогда слева будет выручка, а справа расположенная дробь – числитель оставляем, а знаменатель делим на цену за единицу продукции (все равно, что числитель умножили на цену единицы товара). Тогда уменьшаемое в знаменателе вырождается в единицу, а вычитаемое будет долей постоянных расходов в цене.

Получится новая формула. Но она будет корректно работать, если эта доля одинакова для всех изделий. В торговле для этого надо все товары развивать на группы с одинаковым процентом наценки, а затем анализировать отдельно каждую группу.

Без потерь точка безубыточности по выручке B_0 для товаров с одинаковой торговой наценкой будет выглядеть так:

$$B_0 = \frac{F}{1 - \Delta}, \quad (2)$$

где Δ – доля переменных затрат (затраты на приобретение товара у поставщика), в долях от единицы.

В случае потерь продукции (брак, нерезализация и т. д.) реальная выручка, необходимая для достижения точки безубыточности, должна возрасти, поскольку необходимо компенсировать потери [4]:

$$B = \frac{B_0}{(1 - \delta)}, \quad (3)$$

где δ – доля потерь в долях от единицы.

Тогда значение точки безубыточности возрастает, а прибыль снижается. Ниже приводится поясняющий пример.

Пример 2. Предприятие торговли реализует продукты с ограниченным сроком годности. По итогам анализируемого периода оказалось, что просрочки составили 5 %. Оценить, можно ли в этом случае определить точку безубыточности, и ее значение в случае полной реализации товара. Остальные данные в табл. 5.

Таблица 5 – Экономические показатели предприятия

Показатели	Значения
Товарооборот – В, млн руб.	58, 3
Доля прямых затрат в выручке (стоимость приобретения товаров) – Δ	0,7
Косвенные затраты (хранение, транспортировка, налоги, зарплата специалистов и управленцев) – F, млн руб.	12, 7
Чистая прибыль (без просрочек), млн руб.	4,79
Точка безубыточности (без просрочек), млн руб.	42,3
Доля просрочек, %	5 % или (0,05)
Точка безубыточности для случая просрочек, млн руб.	44,6
Прибыль при наличии просрочек, млн руб.	2,75

Как видим, потери товара из-за просрочек существенно снижают экономические показатели деятельности предприятия: точка безубыточности возросла с 42,3 до 44,6 млн руб., а прибыль упала с 4,79 до 2,75 млн руб.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Для экономического анализа удобно составить развернутую таблицу деловой активности предприятия. На основании этой таблицы можно составить потенциальную таблицу деловой активности. Это позволит увидеть общую картину и возможные направления развития для принятия управленческих решений. Таблица строится на основании имеющихся структуры управления, трудовых ресурсов, оборудования, производственных и других площадей, набора возможных оказываемых услуг. В некоторых случаях расширение деловой активности может быть достигнуто с небольшими затратами (Например, изменение структуры управления, обучение персонала; ремонт, модернизация или приобретение оборудования и др.).

2. Составить перечень потенциальных проектов, составить по ним бизнес-планы, чтобы при благоприятных условиях начать их реализовывать. Прежде всего, целью этих мероприятий должно быть более

полное использование потенциала предприятия, его резервов, улучшения его экономических показателей (примеры 1 и 2).

3. Периодически проводить экспресс-анализ экономической деятельности предприятия, контроль реализуемости начатых мероприятий. На основании этого строить среднесрочное и долгосрочное планирование. При необходимости проводить корректировку этих планов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Приборостроительный завод «Оптрон». – URL: <https://optron.by/> (дата обращения: 01.10.2024).

2. Кочетов, Н. В. Ассортиментная политика машиностроительного предприятия (на примере ОАО «Приборостроительный завод Оптрон») / Н. В. Кочетов, А. В. Трофимов, Калиновский С. Е./ Новая экономика. – С. 238–243.

3. Истомина, Л. А. Инкубаторы малого предпринимательства: зарубежный аналитический обзор / Л. А. Истомина // Мн.: Министерство предпринимательства Республики Беларусь, Представительство ООН/ПРООН в Республике Беларусь. – 1998. – 185 с.

4. Кочетов, Н. В. Аналитические модели повышения конкурентоспособности машиностроения / Н. В. Кочетов. – Мн. : Право и экономика, 2020. – 234 с.

5. Каплан, Роберт С. Функционально-стоимостной анализ. Практическое применение / Роберт С. Каплан, Робин Купер. – Williams, 2007. – 352 с.

6. DuPont Formula. Financial Reporting and Analysis Software. – URL: https://www.readyratios.com/reference/profitability/dupont_formula.html (дата обращения: 02.10.2024).

7. Питерс, Т. В поисках эффективного управления (опыт лучших компаний): пер с англ. / Т. Питерс, Р. М. Уотермен. – М. : Прогресс, 1986. – 424 с.

8. Васина, А. Акробатика затрат. АлтИнвест. Исследовательско-консультационная фирма «АЛЪТ». – URL: <https://www.alt-invest.ru/lib/akrobatika-zatrat/> (дата обращения: 01.10.2024).

9. Воронов, Ю. П. Многие лики конкуренции / Ю. П. Воронов // ЭКО. – № 11.– 2004. – С. 58–69.

10. Любушкин, Н. П. Финансовый анализ: учебник / Н. П. Любушкин, Н. Э. Бабичева. – М.: Эксмо, 2010. – 336 с.

Представлено 06.07.2025

**МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОЕ ЧЕРЧЕНИЕ,
КОМПЬЮТЕРНАЯ ГРАФИКА**

УДК 744

**МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОЕ ЧЕРЧЕНИЕ КАК РАЗДЕЛ
ИНЖЕНЕРНОЙ ГРАФИКИ В ОБЩЕИНЖЕНЕРНОМ
МОДУЛЕ ПОДГОТОВКИ СПЕЦИАЛИСТА**

**MECHANICAL ENGINEERING DRAWING AS A SECTION
OF ENGINEERING GRAPHICS IN THE GENERAL ENGINEERING
MODULE OF SPECIALIST TRAINING**

Зеленый П. В., канд. техн. наук, доц., **Грицко Н. М.**, ст. преп.,
Белорусский национальный технический университет,
г. Минск, Республика Беларусь
P. Zialiony, Ph. D. in Eng., Ass. Prof., N. Gritsko, Senior Teacher,
Belarusian National Technical University, Minsk, Republic of Belarus

Показано, что машиностроительное черчение как завершающий раздел инженерной графики влияет на качество подготовки по другим машиностроительным дисциплинам. Обучение машиностроительному черчению должно обеспечивать возможность студентам самостоятельно выполнять графическую часть курсовых проектов по другим дисциплинам общего инженерного модуля – технологии машиностроения, нормированию точности и техническим измерениям, деталям машин. В процессе обучения машиностроительному черчению должна быть высокая готовность студентов выполнять рабочие чертежи реальных деталей и чертежи сборочных единиц, чтобы не было необходимости их доучивать.

It is shown that mechanical engineering drawing as the final section of engineering graphics affects the quality of training in other mechanical engineering disciplines. Teaching mechanical engineering drawing should provide students with the opportunity to independently complete the graphic part of course projects in other disciplines of the general engineering module - mechanical engineering technology, accuracy standardization and technical measurements, machine parts. In the process of teaching mechanical engineering drawing, there should be a high level of students' readiness to complete working drawings of real parts and drawings of assembly units, so that there is no need to retrain them.

Ключевые слова: подготовка специалиста, машиностроение, инженерная графика, машиностроительное черчение, общинженерный модуль.

Keywords: specialist training, mechanical engineering, engineering graphics, mechanical engineering drawing, general engineering module.

ВВЕДЕНИЕ

Курс инженерной графики непременно завершается машиностроительным черчением. И все, что студенты изучают до него, все направлено на то, чтобы он успешно освоил именно машиностроительное черчение. Хотя, справедливости ради, надо отметить, что начертательная геометрия, с изучения которой начинается подготовка по инженерной графике, имеет более широкое предназначение с точки зрения подготовки специалиста. В прежние годы ходило даже такое крылатое выражение, что это пропуск в инженеры. Она развивает пространственное логическое мышление геометрическими образами, которое, по словам выдающегося русского геометра Н. А. Рынина, «является ... таинственной и мало поддающейся изучению точными науками способностью человеческого духа...». Соединение этих двух возможностей человеческого ума создает новый уровень мышления пространственное мышление, которое дает возможность оперировать образами в пространстве и без которого невозможна любая инженерная деятельность, инженерное творчество и технический прогресс [1]. И с развитием компьютерной графики, 3D-моделирования ее роль только возрастает. Она необходима хотя бы потому, чтобы наладить диалог с той или иной графической компьютерной программой [2, 3].

МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОЕ ЧЕРЧЕНИЕ КАК РАЗДЕЛ ИНЖЕНЕРНОЙ ГРАФИКИ В ОБЩЕИНЖЕНЕРНОМ МОДУЛЕ ПОДГОТОВКИ СПЕЦИАЛИСТА

Являясь мерилом успешности изучения этой самой инженерной графики, подготавливает студентов к последующему изучению других машиностроительных дисциплин. Ближайшие из них – детали машин или прикладная механика (сокращенный вариант для ряда специальностей), технология машиностроения, нормирование точности и технические измерения. По всем упомянутым дисциплинам,

входящим в общеинженерный модуль 1 наряду с инженерной графикой, итогом обучения является выполнение курсовых проектов, изобилующих необходимостью разработки конструкторской и технологической документации, а ее основной элемент – это машиностроительные чертежи.

Приведенная информация из учебных планов налагает высокую ответственность при освоении студентами инженерной графики, с которой и начинается подготовка специалиста в рамках упомянутого общеинженерного модуля 1. Поэтому чертежи, выполняемые в ее завершающей части, машиностроительном черчении, уже полностью должны соответствовать чертежам курсовых проектов – никакой промежуточной прослойки как переходе с инженерной графики к курсовым проектам учебными планами не предусмотрено. На кафедрах соответствующего профиля по прохождении лекционного и практического курсов по машиностроительным дисциплинам, где рассматриваются вопросы, относящиеся сугубо к этим дисциплинам, студентам будут сразу выдаваться задания на курсовое проектирование. Доучивать их особенностям машиностроительных чертежей уже не будут, так как это задача кафедры инженерной графики. Поэтому ее профиль – именно машиностроительный. Там студенты должны научиться выполнять и понимать машиностроительные чертежи, в которых должно находить отражение, помимо обработки поверхностей детали резанием под необходимый размер, так же то, что свободные поверхности (необрабатываемые) изначально принадлежат заготовке, отражая особенности ее получения – оковка, прессование, штамповка гибка, сортовой материал определенного профиля. Эти поверхности в зависимости от способа получения заготовки могут содержать литейные уклоны, литейные или гибочные радиусы, другие формовочными особенностями и находят отражение на чертежах. Помимо этого, у студентов должно быть сформировано четкое представление того, что любая деталь изобилует различными стандартными конструктивными и технологическими элементами – фасками, галтелями, канавками, проточками, пазами, цековками, зенковками и т. п. Все это должно даваться студентам в завершающем разделе инженерной графики, который потому и называется машиностроительным черчением – и неспроста.

В процессе изучения выполнения чертежей по чертежам общего вида у студентов должно быть также сформировано понимание того,

что такие чертежи неизбежно содержат ряд условностей и упрощений. В частности, на них могут отсутствовать технологические элементы, литейные радиусы, уклоны, галтели. Но на выполняемых по чертежам общих видов рабочих чертежах деталей все это должно находить отражение. Студенты должны понимать, что являлось заготовкой детали, какие поверхности были подвергнуты обработке резанием, являются ли они сопрягаемыми, в каких местах в связи с этим должны непременно выполняться проточки или канавки, фаски и галтели, цековки, зенковки, где сохранились литейные радиусы и уклоны, а где они оказались удалены. Более того, надо представлять, как указать необходимые размеры – на что необходимо выполнять выносные элементы в масштабе увеличения, что привести в общей записи в технических требованиях над основной надписью.

Это сложная задача, и потому путь к изучению машиностроительного черчения в курсе инженерной графике постепенен. Все изучение разбито на 3 самостоятельные части. Прежде всего, это начертательная геометрия, являвшаяся в прошлом вообще самостоятельной дисциплиной, и не сводившейся к некой подложке под изучение черчения. Затем, так называемое, проекционное черчение, в котором на надуманных предметах, сформированных из простых геометрических тел, изучаются общие правила выполнения и оформления чертежей в соответствии со стандартами Единой системы конструкторской документации (ЕСКД). И, наконец, машиностроительное черчение, где изучаются другие основные стандарты, позволяющие выполнять и читать чертежи реальных машиностроительных деталей и сборочных единиц.

В машиностроительном черчении речь идет уже, как указывалось, о чертежах, практически не отличающихся от чертежей конструкторской документации, то есть они должны соответствовать ГОСТ Р 2.109–2023 «Единая система конструкторской документации. Основные требования к чертежам». Именно изучение этого стандарта должно ставиться во главу угла на завершающем этапе подготовки по инженерной графике, подчинить себе изучение других стандартов.

В то же время, нельзя сказать, что чертежи, изучаемые в машиностроительном черчении, полностью соответствуют рабочим чертежам деталей или сборочным чертежам. Когда-то к этому стремились,

указывая не только номинальные размеры, но и допустимые их отклонения, шероховатости и др., выделялось больше учебного времени в черчении, чтобы дать соответствующие знания. Сейчас иная ситуация – на чертеже указывают только размеры, причем руководствуясь исключительно собственными представлениями о технологическом процессе при производстве детали, уделяя внимание конструкторским, технологическим и измерительным базам в общих чертах. Вплотную приблизиться к «настоящим» чертежам студенты смогут уже после изучения технологии машиностроения, нормирования точности и технических измерений, завершая обучение в рамках общепрофессионального модуля 1.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Машиностроительное черчение как раздел инженерной графики в общепрофессиональном модуле подготовки специалиста, являясь мерилем успешности изучения этой самой инженерной графики, подготавливает студентов к последующему изучению других машиностроительных дисциплин.

ЛИТЕРАТУРА

1. Зеленый, П. В. Структуризация курса и типовая алгоритмизация как средство оптимизации усвоения начертательной геометрии / П. В. Зеленый, Е. И. Белякова // Образовательные технологии в преподавании графических дисциплин. II Республиканская научно-практическая конференция. 18–19 мая 2007 года. – Брест, 2007. – С. 33–35.

2. Васильев, Д. Л. Методы создания 3D-моделей корпусных деталей в системе Pro/ENGINEER / Д. Л. Васильев. – Информатика. – 2005. – № 3 (7). – С. 107–115.

3. Базенков, Т. Н. 3D-моделирование в начертательной геометрии. Инновационные технологии в инженерной графике: проблемы и перспективы : сб. тр. Междунар. науч.-практ. конф., 19 апреля 2023 года. Брест, Республика Беларусь, Новосибирск, Российская Федерация / М-во науки и высшего образования Российской Федерации, Новосибир. гос. архитектур.- строит. ун-т (Сибстрин), М-во образования Республики Беларусь, Брест. гос. техн. ун-т ; отв. ред. К. А. Вольхин. – Новосибирск : НГАСУ (Сибстрин). – 2023. – С. 20–23.

Представлено 11.06.2025

**АНАЛИЗ ОРГАНИЗАЦИИ ПРОЦЕССА ОБУЧЕНИЯ
МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОМУ ЧЕРЧЕНИЮ**

**ANALYSIS OF THE ORGANIZATION OF THE PROCESS
OF TEACHING MECHANICAL ENGINEERING DRAWING**

Зеленый П. В., канд. техн. наук, доц.,

Белорусский национальный технический университет,

г. Минск, Республика Беларусь

P. Zialiony, Ph. D. in Eng., Ass. Prof.,

Belarusian National Technical University, Minsk, Republic of Belarus

Заострено внимание на проблеме обучения студентов машиностроительному черчению в традиционном курсе инженерной графики, обусловленной низким интересом студентов младших курсов университета к машиностроению как к области знаний, практическим отсутствием у них первичной информации о нем из-за сдвига интересов школьников и более взрослой молодежи в другие области знаний, не связанные с машиностроением, не способствующие освоению машиностроительного черчения как учебной дисциплины. Предлагается давать первичные машиностроительные знания параллельно с прохождением тем самой дисциплины, строго дозированно из-за ограничений по времени, но эффективно благодаря современным информационно-коммуникационным возможностям. Эти знания позволят студентам более осознанно выполнять машиностроительные чертежи, читать их, представлять какие линии что изображают, и какое функциональное назначение тех или иных изображаемых стандартных и нестандартных конструктивных и технологических элементов, повышая тем самым эффективность освоения дисциплины.

Attention is focused on the problem of teaching students mechanical engineering drawing in the traditional course of engineering graphics, caused by the low interest of junior university students in mechanical engineering as a field of knowledge, the practical absence of primary information about it due to the shift of interests of schoolchildren and older youth to other fields of knowledge not related to mechanical engineering, which do not contribute to the development of mechanical engineering

drawing as an academic discipline. It is proposed to give primary mechanical engineering knowledge in parallel with the passage of the discipline itself, strictly dosed due to time constraints, but effectively due to modern information and communication capabilities. This knowledge will allow students to more consciously perform mechanical engineering drawings, read them, imagine what lines depict what, and what is the functional purpose of certain depicted standard and non-standard design and technological elements, thereby increasing the effectiveness of mastering the discipline.

Ключевые слова: машиностроительное черчение, инженерная графика, учебный процесс, информационно-коммуникационные технологии.

Keywords: mechanical engineering drawing, engineering graphics, educational process, information and communication technologies.

ВВЕДЕНИЕ

Основной проблемой при обучении машиностроительному черчению в традиционном курсе вузовской инженерной графики является то, что у вчерашних школьников слабо развито первичное представление в целом о машиностроении как области знаний – этим знаниям в школе особенно не придают значения и в вузе соответствующие знания будут даваться потом, не на первом курсе и даже не на втором, и собственного желания вникать в эту область знаний у студентов первого–второго курсов тоже почти не прослеживается – не модно, не престижно, не интересно [1].

АНАЛИЗ ОРГАНИЗАЦИИ ПРОЦЕССА ОБУЧЕНИЯ МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОМУ ЧЕРЧЕНИЮ

Анализ показал, что, как бы там не было, необходимо изыскивать возможности преодолеть описанную ситуацию с машиностроительными знаниями. В прежние, скажем, советские годы ситуация была иной. Уже одно слово «конструктор» завораживало, а если это было связано с конструированием автомобилей, а тем более самолетов, кораблей ..., и «технолог» – звучало. Большой интерес у многих вызывали такие периодические издания, как «Юный техник» для детей младшего школьного возраста и постарше, «Моделист-конструктор» для старшего школьного возраста, «Техника молодежи» и др. для более взрослых молодых людей. В целом, был интерес к достижениям

в области не только науки, но техники, в том числе и к достижениям в области машиностроения. Вспомним и журнал с аналогичным названием «Наука техника». Да чего уж говорить – даже в обычных газетах, публиковавшихся для детей и молодежи, периодически появлялись материалы для технического творчества, авто-авиа-судомоделизма. Не всем, но многим это было интересно, они этим интересовались, и, в итоге, стремились попасть в технический вуз на определенную специальность, казавшуюся им интересной, видели в ней свое призвание, чувствуя предрасположенность к такой сфере деятельности. Поступали по несколько раз на определенную специальность, если с первого раза не удавалось. Охват детей и молодежи источниками информации, связанными с техникой, был тотальный. Многие, кто попадал на эту «удочку» становились талантливыми инженерами, конструкторами, технологами – было из кого выбрать. Сейчас другое время, преобладают другие интересы [2], выбор специальности при поступлении – во многом случаен (куда балов хватило ...), или продиктован разными другими соображениями, но никак не интересом к определенной деятельности, а уж чисто технической ...

Более того, чтобы получить первичные знания в области машиностроения уже на первом курсе в первом семестре, едва переступив порог университета (тогдашнего института), все студенты проходили ежедневно месячную технологическую практику во внеурочное время в цеху факультета, соответствующего профиля. Там они имели возможность работать на различном оборудовании, в частности, на металлорежущих станках, получая представление о технологии получения деталей, их формообразовании из заготовок. Естественно, изучать машиностроительное черчение после такой практики было гораздо проще и эффективнее во втором семестре.

И потом, уже отучившись на первом курсе, студенты проходили технологическую практику на предприятии, работая на различных станках наравне с рабочими предприятия, имели возможность видеть и соприкасаться с готовыми изделиями, входящими в них детали, заготовками деталей, необходимыми производственными технологическими операциями. После прохождения такой месячной практики студенты с большим пониманием и желанием изучали на втором курсе машиностроительные чертежи.

Сейчас другие времена, и наша задача не сетовать на то, что никак не изменить, а искать пути, как облегчить обучение машиностроительному черчению у людей, которые техникой-то почти не интересовались, мало что представляют о машиностроении, и оно им продолжает оставаться непривлекательным. А чертить-то надо.

Выход из ситуации представляется в том, чтобы параллельно с обучением черчению давалась в доступном виде, так как дополнительного времени на это посвящение нет, и не будет в обозримом будущем, информация из области машиностроения. Доступность могут обеспечить современные информационные и коммуникационные возможности, интернет. В частности, надо задействовать и сотовые телефоны, а не вести с ними бесплодную борьбу. Чем плох телефон ..., ну, понятно – с его помощью можно «списать» на экзамене или зачете ответ на свой вопрос. Ну и пусть спишет, а в нашем случае срисует изображение того, что должно выглядеть как чертеж. Но на этом экзамен или зачет не заканчивается – есть же еще возможность поговорить со студентом, понять, что у него со знаниями по дисциплине ..., что он скажет. И станет понятным, знает он что-то в положенном объеме или нет, разбирается ли в теме, в целом в дисциплине. То, что он там подсмотрит, срисует никак не может исказить наше представление о знаниях студента, если не аттестовать его молча. Но если же свести все к примитивному – то есть студент пытается списать, срисовать, а мы пытаемся этому помешать, не допустить этого обмана, то это трудно называть аттестацией знаний. Это скорее всего аттестация его возможностей ловчить, хитрить ... И если ему все же удастся нас провести, то тогда что – студент сдал дисциплину и даже с высоко оценкой, если удачно у него все получилось со списыванием, а как в нашем случае – срисовыванием. Конечно же, не стоит сводить аттестацию к этому, к какой-то, своего рода, рулетке. И раньше студентам удавалось провести преподавателя, а уж если учитывать современные достижения в технических и информационно-коммуникационных возможностях – это и вовсе иллюзия. В общем, надо принимать экзамен или зачет таким образом, чтобы это списывание или срисовывание с телефона ни на что не влияло. Если студент понимает материал, получил определенные знания, навыки и умения, то есть, как говорят сейчас, владеет предметом, и подтвердил это в процессе общения при ответе, уверенно показывает необходимые построения, то, что к нему цепляться ...

И студенты должны понимать с самого начала, что именно так будет проходить аттестация – не в виде молчаливого предъявления чертежа, неизвестно откуда взявшегося (точнее, для них известного ... – для нас нет, но мы догадываемся ...), что чертеж без знаний не позволит претендовать на положительную оценку. Им просто придется учиться в течение семестра. Конечно, здесь главное, пока студенты поймутся, что иного выхода нет, чтобы нам на первых порах не препятствовали. Студенты не должны рассчитывать наудачу при стремлении списать (срисовать) на экзамене или зачете – все будет решать общение с ним, и чертеж решающего значения иметь не будет. Надо менять парадигму аттестации по инженерной графике в силу невозможности предотвратить рассмотренные нарушения – не считать ее исключительно письменной, что наличие чертежа или некоего подобия на него, срисованного с телефона, еще ни о чем не говорит, ни о какой оценке. Все надо подтвердить при ответе устно – тогда и чертеж зачтется, и его происхождение не особенно нас тогда будет интересовать. Что, разве не о чем поговорить по дисциплине со студентом, кроме как молча всматриваться в чертеж, выискивая и отмечая там ошибки, никакого отношения к его знаниям не имеющие. И потом, это унижительно отнимать у студентов их имущество, пусть даже на время (некоторые отнесутся к этому болезненно), следить, как они чего там ... Когда студент подсядет к вам, уже никакими современными техническими средствами он воспользоваться не сможет, во всяком случае, пока. Вот тут вы с ним и разберитесь, какой у него багаж знаний по дисциплине, что он там умеет, получил ли достаточные навыки, поговорите конкретно по чертежу, который он выдает, как честно сделанный (не срисованный и не чужой). Разберитесь, что он там понимает, видит ли поверхности, или это для него просто линии параллельные и пересекающиеся, порой одной толщины, как что он делал, находил посредством вспомогательных построений [3]. Если будете получать конкретные ответы, а не рассуждения ни о чем, ну так – все нормально. Неужели, чтобы убедиться в его знаниях, обязательно надо следить – не вытащил ли готовое, не принес ли откуда срисовать можно, не прислано ли оно ему ...

В подтверждение к сказанному хочется привести в пример одного преподавателя БНТУ, на экзамен к которому можно было приходиться с книгами, можно даже, вытянув билет сходить в библиотеку (давно это было и интернета не было), но в беседе при сдаче экзамена все

равно становилось понятным, владеет ли студент предметом изучения. Уж при нем, отвечая на дополнительные и уточняющие вопросы, студент терял возможность куда-то заглядывать.

А у нас, с нашим машиностроительным черчением и в целом с инженерной графикой, тем более – чего опасаться, если надо не только что-то знать, но и надо было приобрести необходимые умения и навыки в течение довольно продолжительного времени, в течение семестра (быстро не получится – не тот случай). И понятно, как будет выглядеть чертеж, если в течение семестра навыков студент не приобретал ни на практических занятиях, ни, тем более, по-за аудиторией – типа, дома. Это мы все полагаем, что где-то там он чертит, а вот в аудитории не в состоянии. Где-то там – уж, конечно, сможет ..., стоит только ему долго-долго, подробно-подробно все рассказать, начертить, показать. Мы же знаем, что это не так, что дома он чертеж срисует или не свой принесет, и все равно тратим львиную долю драгоценного аудиторного времени, на всякие пояснения, даже на то, что он и сам бы постиг, если его озадачить соответствующими вопросами. Нет же – мы его оберегаем, сами расскажем ... А он посидит, хорошо, если послушает, ничего толком не разберется и делать дома не будет, и не планировал – срисует готовое и загрузит нас проверкой. А мы будем проверять, что он там толком не увидел, пропустил при срисовывании ... Кто-то и это делать не намерен – принесет чье-то готовое на проверку ... Нам это надо? Кто виновен в такой организации практических занятий? И потом, на каком основании возникает желание с нашей стороны «прессовать» того или иного студента в конце семестра, хотя остальные не на много лучше.

Конечно, вести речь о том, что такая ситуация поголовная и во всех группах несправедливо. Есть группы, в которых студенты стремятся учиться, и с такими студентами легко вести учебный процесс. И даже с большинством студентов в такой группе ситуация приемлемая – все зависит от условий, на которых студенты были зачислены в университет, от проходного бала, точнее. В таких группах, при желании, можно наладить нормальный учебный процесс – единицы нерадивых не в счет.

Возвращаясь к предмету обсуждения – машиностроительному черчению – следует призадуматься над тем, какими первичными знаниями обладает студент из области машиностроения, когда берется

выполнять чертеж реальной детали, особенно, если перед ним чертеж общего вида изделия, а не сама деталь для выполнения эскиза ..., пожалуй, никакими. Поэтому по чертежу общего вида ему трудно в целом разобрать, где контуры детали, чертеж которой он должен выполнить, не говоря уже о ее отдельных стандартных технологических и конструктивных элементах, других каких-то особенностях конструкции, что там скрыто местами другими деталям и что следовало представить, если анализировать вкуче все изображения чертежа. Но студенты не особенно умеют это делать, не догадываются из-за отсутствия машиностроительных знаний в силу, причин, проанализированных в самом начале данного материала и минимизации учебного времени на изучение инженерной графики, что не позволяет дать эти знания в приемлемом для выполнения чертежей объеме. Зарождение нового отношения к техническим знаниям на довузовском уровне должно носить не точечный характер, а всеобъемлющий. На ранней стадии сложно сориентироваться насколько ограниченное количество молодых люди, вовлеченных в техническую сферу, действительно проявят себя в ней – на стопроцентный результат, понятно, рассчитывать не приходится.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Учитывая реальное положение с осведомленностью студентов в машиностроении, выход видится в том, чтобы, используя современные возможности 3D моделирования, дополнять графическую часть заданий изображениями на основе 3D-моделей, а при возможности – самими 3D-моделями, демонстрируя, что собой представляет деталь или изделие в сборе. Это существенно улучшит понимание чертежа студентами.

ЛИТЕРАТУРА

1. Перескокова, Т. А. О проблемах адаптированности студентов к образовательной среде вуза / Т. А. Перескокова, В. П. Соловьев // *Alma Mater*. – 2016. – № 7. – С. 46–52.
2. Макарин, А. И. Молодежь в России сегодня: ценностные установки и проблемы / А. И. Макарин, С. М. Ветвицкая // *Международный студенческий научный вестник*. – 2017. – № 6. – URL: <http://www.eduherald.ru/ru/article/view?id=17862> (дата обращения: 05.06.2025).

З. Вольхин, К. А. Проблемы формирования графической компетентности в системе высшего профессионального образования / К. А. Вольхин, А. М. Лейбов // Философия образования. – 2012. – Т. 43, № 4. – С. 16–22.

Представлено 10.06.2025

УДК 744

**ВВЕДЕНИЕ В ИНЖЕНЕРНУЮ ГРАФИКУ КАК ПРЕДМЕТ
НА ВСТУПИТЕЛЬНЫХ ИСПЫТАНИЯХ: ОСОБЕННОСТИ
АТТЕСТАЦИИ ВЫПУСКНИКОВ КОЛЛЕДЖЕЙ**

**INTRODUCTION TO ENGINEERING GRAPHICS AS A SUBJECT
IN ENTRANCE EXAMS: FEATURES OF CERTIFICATION
OF COLLEGE GRADUATES**

Зеленый П. В., канд. техн. наук, доц.,
Белорусский национальный технический университет,
г. Минск, Республика Беларусь
P. Zialiony, Ph. D. in Eng., Ass. Prof.,
Belarusian National Technical University, Minsk, Republic of Belarus

Показана необходимость создания учебного пособия по инженерной графике для подготовки к вступительным испытаниям в высшие технические учебные заведения для получения высшего образования, интегрированного со специальным средним образованием. Это необходимо для того, чтобы привести к общему знаменателю графическую подготовку выпускников различных колледжей, где преподавание могло вестись с некоторыми отличиями, не всегда в строгом соответствии со стандартами на выполнение чертежей, особенно, если иметь виду выпускников прежних лет, когда высшее техническое образование не было интегрировано со средним специальным образованием.

The necessity of creating a teaching aid on engineering graphics for preparation for entrance examinations to higher technical educational in-

stitutions for obtaining higher education integrated with specialized secondary education is shown. This is necessary in order to bring to a common denominator the graphic training of graduates of various colleges, where teaching could be conducted with some differences, not always in strict accordance with the standards for the execution of drawings, especially if we have in mind the graduates of previous years, when higher technical education was not integrated with secondary specialized education.

Ключевые слова: инженерная графика, вступительные испытания, высшее образование, специальное среднее образование, интеграция.

Keywords: engineering graphics, entrance examinations, higher education, special secondary education, integration.

ВВЕДЕНИЕ

Введение в инженерную графику – один из предметов, по которому проводятся вступительные испытания перед зачислением на конкурсной основе в высшее учебное заведение «Белорусский национальный технический университет» на целый ряд специальностей, получение высшего образования по которым интегрировано со специальным средним образованием.

ВВЕДЕНИЕ В ИНЖЕНЕРНУЮ ГРАФИКУ КАК ПРЕДМЕТ НА ВСТУПИТЕЛЬНЫХ ИСПЫТАНИЯХ

Как предмет на вступительных испытаниях для получения высшего образования, интегрированного со специальным средним образованием, на данный момент не обеспечен пособиями в русле необходимой предэкзаменационной подготовки, по которым выпускники колледжей могли бы ориентироваться на особенности изучения инженерной графики в вузе. Эти особенности, волей не волей, находят отражение в экзаменационных заданиях, разрабатываемых преподавателями вуза и проводящих аттестацию абитуриентов на экзамене [1]. В связи с этим можно видеть некоторую несогласованность в оценке выполненной тем или иным абитуриентом экзаменационной работы, хотя, казалось бы, где бы абитуриент ранее не проходил графическую подготовку, все должно основываться на

изучении одних и тех же правил выполнения и оформления чертежей, прописанных в стандартах Единой системы конструкторской документации (ЕСКД).

В разных колледжах графическая подготовка могла вести по-разному – где-то учебный материал создавался строго на основе стандартов ЕСКД, а где-то превалировали свои, преподавателя и коллектива, где он работает, понятия о чертежах. Хотя единым мерилом является, конечно же, именно ГОСТ. И при сдаче экзамена только то, должно считаться ошибкой, что прямо противоречит указаниям стандарта. Нельзя при аттестации столь большого контингента поступающих, прошедших обучение в разных колледжах у преподавателей со своими понятиями по тем или иным вопросам выполнения чертежей, исходить еще и из своих каких-то представлений, о которых в стандарте напрямую нет никакой записи. Поскольку вопрос важный, у преподавателя должно быть четкое представление о том, за что именно им снижена оценка, на основании какого именно противоречия стандарту, а не на основании собственных представлений, понятий, навеянных долгой практикой преподавания. Одно дело, когда речь заходит об учебном процессе, когда, действительно, опыт подсказывает, как лучше выполнять чертежи в рамках требований стандарта, тем более что чему-то в стандарте не уделено специально внимания (здесь и у специалистов с опытом могут быть разногласия). И другое дело, когда проводится проверка экзаменационной работы, выполненной кем-то, кому в процессе учебы в колледже могли дать не со всем те представления о выполнении чертежа, которые не совпадают с нашими представлениями, представлениями кафедры, осуществляющей графическую подготовку в вузе. Абитуриент в этом невиноват и не заслуживает того, чтобы оценка его работы оказалась несколько заниженной. Поэтому, только за то, что противоречит ГОСТам, что там прописано, но не выполнено абитуриентом, будет справедливо понижать оценку – не за то, что экзаменатору кажется более правильным, чтобы на чертеже все соответствовало его представлениям ... Все надо привести к единому знаменателю, учитывая также, что некоторые абитуриенты решили стать таковыми спустя многие годы после окончания среднего специального учебного заведения, и им их знания надо кардинально освежить ...

Что касается изданных ученых пособий по инженерной графике, в том числе разработанных в БНТУ [2–6], то их использование поступающими вполне приемлемо, так как они выполнены на основе стандартов, как это и следовало бы. Но этот материал слишком обширен, рассчитан на подготовку в течение четырех семестров и, самое важное, он базируется на начертательной геометрии как основополагающем разделе инженерной графики. Учитывая, что вопросы с проецированием к моменту изучения черчения как основной части инженерной графики, уже изучены, им в этом разделе уделяется не столь много внимания. В колледжах начертательная геометрия фактически сведена к нулю, поэтому освежать, восстанавливать свои знания для участия во вступительных испытаниях таким абитуриентам лучше будет по учебному пособию, которое учитывает рассмотренную особенность графической подготовки в средних специальных учебных заведениях.

Необходимо, чтобы самым подробным образом были рассмотрены, прежде все, вопросы образования изображений на чертеже по методу прямоугольного проецирования. При этом должен делать акцент на то, что для прочтения заданных изображений необходимо представлять расположенные между контурными линиями поверхности, их форму и положение относительно плоскостей проекций, а если поверхность проецирующая, то понимать, на каком из изображений она вырождается в линию.

Изображения в виде разрезов и сечений также требуют большой умственной работы, чтобы представить необходимое положение секущей плоскости в зависимости от того, какие линии невидимого контура будут вскрыты выполняемым сечением, и как обойтись минимальным количеством изображений, чтобы не затруднить в связи с выполнением разреза прочтение и наружного контура.

Необходимо также иметь четкое представление о том, как минимизировать количество изображений, прибегая к тем или иным сложным разрезам – ступенчатым, ломаным или разрезу как комбинации первых двух. При указании размеров на чертеже следует исходить из того, что главный вид, заменяющий его разрез или соединение части разреза с частью вида, для того и назван таковым, что основные важные, исходя из функционального назначения детали, размеры должны быть указаны именно на нем. Оставшиеся размеры необходимо указывать на тех изображениях, ради которых, собственно, они и выполнялись.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Издание учебного пособия для подготовки к вступительным испытаниям по инженерной графике для получения высшего образования, интегрированного со специальным средним образованием, является насущным вопросом, от которого зависит, сколь успешно будут подготовлены абитуриенты, окончившие разные специальные средние учебные заведения, в разные годы, порой, с сильно разнящимися подходами к их обучению, с отступлениями от требований стандартов на выполнение и чтение чертежей.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гобралев, Н. Н. Инженерная графика: вступительный экзамен как существенная мера по обеспечению требуемого уровня знаний абитуриентов / Н. Н. Гобралев, Н. М. Юшкевич // Инновационные технологии в инженерной графике: проблемы и перспективы : сборник трудов Международной научно-практической конференции, 19 апреля 2019 года, Брест, Республика Беларусь, Новосибирск, Российская Федерация / отв. ред. К. А. Вольхин. – Новосибирск : НГАСУ (Сибстрин), 2019. – С. 79–82.
2. Зеленый, П. В. Инженерная графика. Машиностроительное черчение : учебно-методическое пособие / П. В. Зеленый. – Мн. : БНТУ, 2024. – 320 с.
3. Зеленый, П. В. Инженерная графика : учебно-методическое пособие для обучающихся по направлению образования 37 «Транспорт» / П. В. Зеленый. – Мн. : БНТУ, 2022. – 311 с.
4. Зеленый, П. В. Инженерная графика : учебно-методическое пособие по машиностроительному черчению : в 2 ч. / П. В. Зеленый, С. В. Солонко ; под ред. П. В. Зеленого. – Мн. : БНТУ, 2015. – 81 с.
5. Зеленый, П. В. Инженерная графика : учебно-методическое пособие : в 2 ч. / П. В. Зеленый. – Мн. : БНТУ, 2015. – Ч. 2: Чертежи корпусных деталей, крышек и валов. – 2021. – 131 с.
6. Зеленый, П. В. Инженерная графика. Практикум по чертежам сборочных единиц : учебное пособие / П. В. Зеленый, Е. И. Белякова, О. Н. Кучура. – Мн. : Новое знание ; М. : ИНФРА-М, 2015. – 128 с.
7. Зеленый, П. В. Инженерная графика. Резьбы и резьбовые соединения : учебно-методическое пособие / П. В. Зеленый. – Мн. : БНТУ, 2021. – 199 с.

Представлено 09.06.2025

**ДИЛЕММА В ПРЕПОДАВАНИИ
МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОГО ЧЕРЧЕНИЯ
КАК РАЗДЕЛА ИНЖЕНЕРНОЙ ГРАФИКИ**

**DILEMMA IN TEACHING MECHANICAL ENGINEERING
DRAWING AS A SECTION OF ENGINEERING GRAPHICS**

Зеленый П. В., канд. техн. наук, доц., **Тявловская Т. М.**, ст. преп.,
Белорусский национальный технический университет,
г. Минск, Республика Беларусь
P. Zialiony, Ph. D. in Eng., Ass. Prof., **T. Tyavlovskaya**, Senior Lecturer,
Belarusian National Technical University, Minsk, Republic of Belarus

Заострено внимание на дилемме в преподавании машиностроительного черчения, когда следует делать сложный выбор между знаниями в области машиностроения, без которых нельзя научить выполнять и читать чертежи реальных деталей, и знаниями, собственно, самого черчения, жертвуя часть из выделяемых на него учебных часов на первое. Показана необходимость обеспечения непрерывности в подготовке по основным дисциплинам, включая графическую и дисциплинам, связанным со знаниями в области машиностроения, в течение всего периода обучения в университете.

The attention is focused on the dilemma in teaching mechanical engineering drawing, when it is necessary to make a difficult choice between knowledge in the field of mechanical engineering, without which it is impossible to teach how to make and read drawings of real parts, and knowledge of the drawing itself, sacrificing part of the teaching hours allocated to it to the former. The need to ensure continuity in training in the main disciplines, including graphic and disciplines related to knowledge in the field of mechanical engineering, is shown throughout the entire period of study at the university.

Ключевые слова: машиностроение, инженерная графика, машиностроительное черчение, учебное время, практические занятия.

Keywords: mechanical engineering, engineering graphics, mechanical engineering drawing, study time, practical classes.

ВВЕДЕНИЕ

В курсе инженерной графики приходится сталкиваться с такой дилеммой как та, что изучение правил выполнения и чтения машиностроительных чертежей должно непременно вестись параллельно изучению самих основ машиностроения. То есть, на первом курсе приходится забегать далеко вперед – ближайшие дисциплины, связанные с конструированием деталей и технологией машиностроения, будут изучаться значительно позже. На первом же курсе параллельно с черчением изучается только технология материалов (материаловедение) – междисциплинарная область науки, предметом которой является структура, свойства, производство и применение различных материалов, лишь отчасти полезная при изучении машиностроительных чертежей.

ДИЛЕММА В ПРЕПОДАВАНИИ МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОГО ЧЕРЧЕНИЯ КАК РАЗДЕЛА ИНЖЕНЕРНОЙ ГРАФИКИ

Проблема преподавания машиностроительного черчения налицо: чем больше уделять внимания вопросам машиностроения в черчении, тем меньше остается времени, собственно, на черчение. Отложить вопросы машиностроения на потом, на последующие дисциплины – это выхолащивать раздел инженерной графики, относящийся к выполнению чертежей реальных деталей. А если вспомнить стандарты специальностей, то у большинства из них выпускник бакалавриата должен обладать такой компетенцией как «...быть способным создавать чертежи деталей и узлов, оформлять и разрабатывать конструкторскую документацию согласно требованиям Единой системы конструкторской документации» [1].

Конкретнее не скажешь, и вопрос о том, чтобы ограничиться в курсе инженерной графики только вопросами проецирования и формообразования сам по себе отпадает.

Главное выдерживать разумный баланс – машиностроительные знания не должны быть избыточными, чтобы оставалось достаточно времени на выполнение чертежей в аудитории в присутствии преподавателя. Много, что касается машиностроительных знаний, должно отдаваться на самостоятельное изучение студентами по заранее выдаваемым вопросам в порядке подготовки к практическим занятиям.

С другой стороны важно, чтобы получение знаний студентами в процессе обучения было растянуто по времени. Так, относительно

рассматриваемого вопроса, то что-то из области машиностроения они в общих чертах познают, изучая черчение, затем – изучая детали машин как дисциплину, технологию машиностроения, специальные дисциплины. Должна постоянно поддерживаться определенная непрерывность все годы обучения в университете по основным дисциплинам [2]. Так же, как и сама графическая подготовка должна быть непрерывной весь период обучения будущего специалиста в университете. Это должен быть процесс, направленный на систематическое обучение графическому мышлению и навыкам, необходимые для восприятия и создания изображений. Кафедра инженерной графики только начинает ее, давая основную часть необходимых знаний, а дальше студент должен совершенствовать, углублять полученные знания на других кафедрах технического профиля при разработке конструкторской и технологической документации в курсовых и дипломном проектах. Дискретное короткое обучение по каждой из изучаемых дисциплин не будет давать должный эффект. Должна быть ответственность каждой кафедры не только за свою дисциплину, а коллективная ответственность за подготовку специалиста в целом. Не следует «списывать» смежные вопросы на другие кафедры, если они затрагивают дисциплину, изучаемую на каждой отдельной кафедре.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Дилемма в преподавании машиностроительного черчения как раздела инженерной графики обусловлена тем, что, чем больше уделять внимания вопросам машиностроения в черчении, тем меньше остается времени, собственно, на черчение. Отложить вопросы машиностроения на потом, на последующие дисциплины – это выхолащивать раздел инженерной графики, относящийся к выполнению чертежей реальных деталей, тем более, что учебными планами подготовки специалистов такая возможность не предусмотрена.

ЛИТЕРАТУРА

1. Образовательный стандарт высшего образования Республики Беларусь (ОСВО 6-05-0715-03-2023).
2. Мальчукова, Н. Н. Основы непрерывного профессионального образования : учебное пособие / Н. Н. Мальчукова, И. Е. Шемякина. – Тюмень : ГАУ Северного Зауралья, 2023. – 104 с. – URL:

<https://www.gausz.ru/nauka/setevye-izdaniya/2023/malchukova-edu.pdf>
(дата обращения 05.06.2025).

3. Дегтерев, В. А. К вопросу о системе непрерывного профессионального образования / В. А. Дегтерев // Успехи современного естествознания. – 2014. – № 9 (2). – С. 175–180. – URL: <https://natural-sciences.ru/ru/article/view?id=34381> (дата обращения: 11.06.2025).

Представлено 11.06.2025

УДК 744:62:004

**РОЛЬ ПРЕПОДАВАТЕЛЯ В ФОРМИРОВАНИИ
МОТИВАЦИИ У СТУДЕНТОВ К ИЗУЧЕНИЮ
ИНЖЕНЕРНОЙ ГРАФИКИ**

**THE ROLE OF THE TEACHER IN SHAPING STUDENTS
MOTIVATION TO STUDY ENGINEERING GRAPHICS.**

Пашина Н. А., преп.,

Белорусский национальный технический университет,
г. Минск, Республика Беларусь

N. Pashina, Teaching,

Belarusian National Technical University, Minsk, Republic of Belarus

В результате опроса студентов был выявлен основной мотив учебной деятельности. Им является благоприятная атмосфера обучения. В статье рассматривается роль преподавателя в создании положительного эмоционального настроя на занятии, как личностный фактор влияет на студентов, их работу во время семестра. Преподаватель должен постоянно совершенствовать искусство воспитания и обучения, обладать интуицией. Сила авторитета занимает важное место в образовательном процессе и ее основанием является образованность, отличное знание своего предмета и педагогическое мастерство. Именно отношениям в учебном процессе создается благоприятная обстановка, что влияет на формирование познавательного интереса.

As a result of the survey of students, the main motive for educational activity was revealed. It is a favorable learning atmosphere. The article examines the role of the teacher in creating a positive emotional mood in the classroom, how the personal factor influences students, their work during the semester. A teacher must constantly improve the art of education and training and have intuition. The power of authority occupies an important place in the educational process and its basis is education, excellent knowledge of one's subject and pedagogical skills. It is precisely thanks to the relationships in the educational process that a favorable environment is created, which influences the formation of cognitive interest.

Ключевые слова: *мотив, студент, преподаватель, учеба, предмет.*

Keywords: *motive, student, the teacher, studes, item.*

ВВЕДЕНИЕ

Был проведен опрос 50 студентов какой. из основных методов и приемов мотивации на их взгляд самый важный. Из таких методов как, высокая зарплата, престижность профессии , проектирование с моделированием производственных ситуаций, создание положительного эмоционального настроя на занятии, творческое содержание будущей профессии, научно исследовательская работа, научно-исследовательская работа, высокий уровень лекций, посещение выставок технического творчества, знакомства с историей кафедры, контроль самостоятельной подготовки, обдуманная оценка преподавателем был выбран положительный эмоциональный настрой на занятии. Эмоциональная атмосфера обучения, положительный эмоциональный тонус одно из важных условий успешного учебного процесса. Все знают, что это обеспечивает лучшее его протекание и результат.

РОЛЬ ПРЕПОДОВАТЕЛЯ В ФОРМИРОВАНИИ МОТИВАЦИИ У СТУДЕНТОВ К ИЗУЧЕНИЮ ИНЖЕНЕРНОЙ ГРАФИКИ

Благоприятная атмосфера учения способствует желанию учиться без страха, спокойно, получать удовольствие от пробы собственных сил, успешного выполнения задания. Она приносит те переживания, о которых говорил Д. И. Писарев, что каждому человеку свойственно желание быть умнее, лучше и догадливей. Именно это стремление студента подняться над тем, что уже достигнуто, утверждает чувство

собственного достоинства, приносит ему при успешной деятельности глубочайшее удовлетворение, хорошее настроение, при котором работаете скорее, быстрее и продуктивней [2].

Немаловажное значения на интерес студента к предмету является благоприятное общение в учебном процессе. Потребность проявляется в тенденции к установлению и поддержанию хороших межличностных отношений, в стремлении восстановить нарушенные отношения простить проступок другого ради возобновления согласия и теплых дружеских связей. Это-желание быть членом коллектива, группы, взаимодействовать с коллективом, осуществлять эмоциональные контакты (участие, сочувствие, сопереживание и т. д.), находиться вместе, оказывать помощь другим и принимать помощь других. Потребность в аффилиации проявляется так же в стремлении участвовать в совместных действиях, целью которых является само общение [1].

Исследования (И. О. Рута, Г. И. Щукина, У. Хоккауф, В. А. Синицкой, В. В. Котова) подтверждают важнейшую мысль о том, что входя в окружающий мир, в реальную обстановку, человек, способен изменять ее не только своими действиями, преобразующими действительность, но и своим отношением к окружающему миру, особенно к людям [3].

Поэтому значительную роль в создании благоприятной обстановки учебного процесса играет преподаватель. Он должен постоянно совершенствовать искусство воспитания и обучения., обладать педагогическим тактом. Это предполагает наличие таких качеств как обходительность, самообладание, спокойствие деликатность, вежливость, доброжелательность., находчивость, такт и другие. Многое значит интуиция преподавателя, полагаясь на собственные чувства, правильно оценить ситуацию и сразу принять решение. Она во многом зависит от накопленного опыта, понимании психологии воспитания. Преподаватель не может быть равнодушным или нейтральны в отношении со студентами. Он должен радоваться успехам каждого студента, огорчаться плохим результатам. Его переживания воспринимаются студентами как оценка их действиям. Свои требования, направленные на их должны иметь определенную эмоциональную окраску. Обращение к студенту могут быть с просьбой, одобрением и приказом. Но проявление преподавателем своих чувств всегда должно быть педагогически оправдано. При необходимости нужно скрыть свои чувства от студентов.

Процесс обучения с неизбежно возникающими психологическими проблемами между преподавателем и студентом обнаруживает, что личностный фактор преподавателя зачастую отрицательно влияет на студентов, и на его работу. Обучение является сложным процессом общения студента с преподавателем, студентов между собой. Стремление к общению с одноклассниками, с желанным преподавателем может быть сильным мотивом учения способствовать интересу к изучаемой дисциплине.

Немецкий мыслитель поэт Иоганну Вольфганг Гете сказал следующие слова: «Своим учителем мы справедливо называем того, у кого учимся. Но не всякий, у кого учимся, заслуживает этого звания».

Важное место в образовательном процессе занимает сила авторитета преподавателя, которая во многом зависит от его личных качеств: отзывчивости, твердости характера, оптимизма. Каждое слово преподавателя, его поступки, внешний вид студенты меряют высокой меркой, и даже незначительное опоздание на занятия, задержка в проверке чертежей, могут поколебать его авторитет.

Основанием авторитета также является его образованность, отличное знание своего предмета и педагогическое мастерство.

Обязательным фактором общения является тон преподавателя, который должен быть естественным, но не назойливым, раздраженным или игривым. Свое мнение следует логически поддерживать, но не многословно. Ошибки студентов даже грубые не надо критиковать с излишним пылом, а спокойно объяснить суть вопроса. В то же время необходимо уметь слушать. Если хотите, чтоб вас слушали, слушайте других.

Уверенность в себе, высокая самооценка полагается важным фактором хорошей учебы. Студенты, которые не уверены в своих возможностях часто просто не берутся за выполнение сложных заданий, заранее думая, что они с ними не справятся. Для адекватной самооценки, которая побуждала бы студента к работе, хвалить студента надо не за результат, а за степень усилий, которые он потратил для его получения.

Специфика работы преподавателя такова, что ему приходится много говорить, рассказывать и объяснять студентам, поэтому важнейшее значение имеет владение культурой речи., в том числе дикция, интонация, орфоэпия. Это помогает лучше применять методы педагогического воздействия, такие как требование и убеждение.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Именно благодаря отношениям, которые складываются в учебном процессе и может быть создана благоприятная атмосфера для формирования познавательного интереса.

ЛИТЕРАТУРА

1. Орлов, М. А. Потребности и мотивы учебной деятельности студентов медвуза : учеб.-метод. пособие / М. А. Орлов. – Москва.: Московский ордена Ленина и трудового красного знамени медицинский институт, 1976. – 80 с.
2. Щукина, Г. И. Активизация познавательной деятельности учащихся : учеб. для вузов / Г. И. Щукина. – М. : Просвещение, 2010. – 100 с.
3. Чирков В. И. Мотивация учебной деятельности / В. И. Чирков. – Ярославль. 2012. – 90 с.

Представлено 08.09.2025

УДК 37.036.5

ОСОБЕННОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МУЛЬТИСРЕДОВОГО ПОДХОДА ПРИ ИЗУЧЕНИИ «ИНЖЕНЕРНОЙ ГРАФИКИ» ДЛЯ ФОРМИРОВАНИЯ ТВОРЧЕСКОЙ САМОСТОЯТЕЛЬНОСТИ СТУДЕНТОВ

**FEATURES OF USING A MULTI-ENVIRONMENT APPROACH
IN STUDYING "ENGINEERING GRAPHICS" TO DEVELOP
STUDENTS' CREATIVE INDEPENDENCE**

Боровская Т. В., ст. преп.,
Белорусский национальный технический университет,
г. Минск, Республика Беларусь
T. Borovskaya, Senior Lecturer,
Belarussian National Technical University, Minsk, Republic of Belarus

В статье рассматриваются особенности применения мультисредового подхода в процессе обучения дисциплине «Инженерная графика»

с целью формирования творческой самостоятельности студентов. Оценивается влияние мультисредового подхода на развитие творческой самостоятельности у студентов при решении инженерных задач.

The article examines the features of the application of a multi-environment approach in the process of teaching the discipline "Engineering Graphics" in order to develop students' creative independence. The influence of the multi-media approach on the development of students' creative independence in solving engineering problems is assessed.

Ключевые слова: *мультисредовый подход, творческая самостоятельность, инженерная графика, образовательная среда.*

Keywords: *multi-environment, creative independence, engineering graphics, educational environment.*

ВВЕДЕНИЕ

В современных условиях образовательного процесса важным аспектом является формирование творческой самостоятельности студентов как составляющей профессиональной компетенции – это способность специалиста самостоятельно генерировать, критически оценивать и реализовывать оригинальные идеи в профессиональной деятельности, гибко адаптироваться к новым условиям и нести ответственность за выбор решений.

Одним из эффективных способов достижения этой цели является применение мультисредового подхода в обучении, на примере изучения дисциплины «Инженерная графика». «Инженерная графика» входит в цикл общепрофессиональных дисциплин, который отражает связи, отношения и взаимодействия таких систем, как наука, техника и технология. Рассмотрение любого технического объекта и технологического процесса не может осуществляться без рассмотрения его связей с окружающей действительностью природной, технико-технологической, социальной и культурной. Обучающийся в ходе общетехнической подготовки взаимодействует с разными средами (предметной, информационной, цифровой, графической, инновационной, технологической, экономической, мультимедийной, информационно-коммуникативной, социокультурной, производственно-профессиональной и другими). Указанные среды имеют значение и должны учитываться в аспектах организации образовательной деятельности студентов в процессе общетехнической подготовки.

ОСОБЕННОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ МУЛЬТИСРЕДОВОГО ПОДХОДА В ПРОЦЕССЕ ОБУЧЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЕ «ИНЖЕНЕРНАЯ ГРАФИКА»

Формирование творческой самостоятельности в процессе общетехнической подготовки будущих инженеров будет более эффективно в случае применения мультисредового подхода.

Мультисредовый подход – это методологический подход, в структуре которого выделяется несколько сред, включающих одновременно субъекта культуры, деятельности, общения, науки, искусства, религии. Он повторяет все качества, отношения, модели, функции в различных ипостасях социального взаимодействия, прямо и косвенно связанного с нюансами планирования и организации ведущей деятельности и общения. (Козырева О. А.) [1].

Разрабатываемые в логике мультисредового подхода модели и технологии обучения будут ориентировать обучающихся на различные ролевые позиции в различных средах, проявление ими своих многогранных способностей, навыков, знаний, компетенций, задействование на интегративных началах потенциала науки, культуры.

Мультисредовый подход ориентирует на одновременное включение субъекта образовательной деятельности в совокупность микро-, мезо-, макро- и мегасред, возможность гибко и ситуативно трансформировать внутренний и внешний мир, применение моделей и инструментов самообразования, самоопределения, самоутверждения, саморазвития и самореализации в соответствии с аспектными позициями и приоритетами мультисреды для формирования творческой самостоятельности и творческому решению технических задач.

Мультисредовый подход предполагает использование различных образовательных технологий и средств обучения, которые взаимодействуют друг с другом и создают интегрированную образовательную среду [3].

Использование современных технологий позволяют студентам активно взаимодействовать с учебным материалом, способствует развитию критического мышления: способности анализировать и оценивать информацию из различных источников, формированию практических навыков использования CAD-систем и других программных средств.

Реализация мультисредового подхода может осуществляться с использованием как традиционных методов (лекции, практические занятия), так и современные технологии (интерактивные платформы, САД-системы, виртуальная реальность).

Ключевыми особенностями применения мультисредового подхода являются:

1) целостность обучения: разные среды дополняют друг друга, создавая многомерный опыт (теория в аудитории – моделирование в симуляторе – физический прототип в мастерской – практика на предприятии);

2) аутентичность задач: мультисредовая интеграция позволяет работать с реальными или максимально приближенными к реальности кейсами;

3) переходы и интерфейсы: важна плавность перехода между средами (четкие критерии «что и где делается»), чтобы не возникало фрагментации знаний;

4) разнообразие инструментов познания: каждая среда дает свои способы представления и проверки гипотез;

5) поддержка индивидуализации: студент может выбирать наиболее удобную среду для развития компетенций или решать части задачи в разных средах по своим сильным сторонам;

6) поэтапное усложнение и скафолдинг: разные среды удобно использовать для постепенного снятия опоры: сначала направленное освоение в аудитории, затем самостоятельные эксперименты в лаборатории/мастерской;

7) межконтекстная трансферность: перенос решений и методов между средами развивает гибкость мышления и умение адаптировать идеи к новым условиям – признак творческой самостоятельности.

Инженерная графика включает в себя множество аспектов, таких как черчение, проектирование, моделирование и визуализация. Эти навыки являются основой для формирования творческой самостоятельности студентов.

Современные профессиональные контексты характеризуются высокой степенью неопределенности, междисциплинарными знаниями и быстрыми технологическими изменениями. Творческая самостоятельность обеспечивает способность находить нестандартные решения и самостоятельно перестраивать практику в новых условиях. Специалисты с развитой творческой самостоятельностью быстрее

осваивают новые роли и направления, что повышает их конкурентоспособность на рынке труда.

Самостоятельное творчество требует осознанного выбора средств и целей, учета последствий решений для других людей и среды; это способствует формированию профессиональной этики и социальной ответственности. Комплексная работа на уровне курса, преподавателя и института – с упором на аутентичность задач, автономию, поддержку компетентности и безопасную среду для экспериментов – дает наиболее устойчивый эффект в формировании творческой самостоятельности инженера.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Мультисредовый подход при изучении «Инженерной графики» является эффективным инструментом для формирования творческой самостоятельности студентов. Комбинирование различных методов обучения, использование современных технологий и акцент на практическое применение знаний способствуют развитию креативного мышления и критического восприятия информации. Важно продолжать исследовать и внедрять новые подходы в образовательный процесс для повышения качества подготовки будущих специалистов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Козырева, О. А. Возможности мультисредового подхода в педагогике и социологии / О. А. Козырева, М. Е. Гайко // Образование. Карьера. Общество. – 2011. – № 3 (32). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/vozmozhnosti-multisredovogo-podhoda-v-pedagogike-i-sotsiologii> (дата обращения: 07.03.2025).
2. Даськова, Ю. В. Формирование и развитие творческой самостоятельности студентов-дизайнеров (на примере учебной дисциплины «Основы производственного мастерства») / Ю. В. Даськова // Педагогика: традиции и инновации: материалы II междунар. науч. конф. (г. Челябинск, октябрь 2012 г.). – Челябинск : Два комсомольца. – 2012. – С. 163–166.
3. Ильина, Е. А. Мультисредовой подход как средство формирования профессиональных компетенций у студентов технических специальностей / Е. А. Ильина // Вестник образования. – 2021. – № 9 (1). – С. 23–30.

Представлено 13.09.2025

УДК 378.147

**СУЩНОСТНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ТВОРЧЕСКОЙ
САМОСТОЯТЕЛЬНОСТИ КАК ВАЖНЕЙШЕГО УРОВНЯ
ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ САМОСТОЯТЕЛЬНОСТИ
СТУДЕНТОВ**

**ESSENTIAL CHARACTERISTICS OF CREATIVE INDEPENDENCE
AS THE MOST IMPORTANT LEVEL OF PROFESSIONAL
INDEPENDENCE OF STUDENTS**

Боровская Т. В., ст. преп.,
Белорусский национальный технический университет,
г. Минск, Республика Беларусь
T. Borovskaya, Senior Lecturer,
Belarussian National Technical University, Minsk, Republic of Belarus

В данной статье рассматриваются сущностные характеристики творческой самостоятельности студентов как критически важного компонента их профессиональной подготовки. Способность студентов к самостоятельному генерированию идей и принятию решений становится залогом их успеха на рынке труда. В статье рассмотрено понятие творческой самостоятельности в контексте изучения дисциплины «Инженерная графика».

This article examines the essential characteristics of students' creative independence as a critical component of their professional training. Students' ability to independently generate ideas and make decisions becomes the key to their success in the labor market. The article examines the concept of creative independence in the context of studying the discipline "Engineering Graphics".

Ключевые слова: творческая самостоятельность, уровни творческой самостоятельности, критерии и показатели творческой самостоятельности.

Keywords: creative independence, levels of creative independence, criteria and indicators of creative independence.

ВВЕДЕНИЕ

В современных условиях развития образования и профессиональной подготовки особое внимание уделяется необходимости формирования у студентов высокого уровня самостоятельности. Век стремительных изменений в технологиях, науке и общественной жизни требует от будущих специалистов гибкости, инновационного подхода и способности к творческому мышлению. Творческая самостоятельность, как важный аспект профессиональной подготовки, стала ключевым фактором успешной деятельности будущих специалистов. В условиях высокой конкуренции на рынке труда выпускники должны быть способны принимать обоснованные решения, генерировать идеи и реализовывать их на практике.

В дисциплине «Инженерная графика» творческая самостоятельность студентов проявляется через разработку оригинальных проектов, использование различных графических инструментов и техник. Студенты, работающие над графическими проектами, сталкиваются с необходимостью находить оптимальные решения, что развивает их способность к адаптации и гибкости в подходах. В этом контексте важно понять, какие характеристики определяют творческую самостоятельность студентов и как они влияют на формирование их профессионального развития в области инженерной графики. Углубленное изучение этих вопросов позволит как теоретически, так и практически обосновать необходимость интеграции подходов к развитию творческой самостоятельности студентов в образовательные программы. Также это поможет преподавателям и создать более эффективные условия для обучения и воспитания, способствующие формированию у студентов необходимых качеств для успешной профессиональной деятельности.

СУЩНОСТНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ТВОРЧЕСКОЙ САМОСТОЯТЕЛЬНОСТИ

Одной из целей системы высшего профессионального образования является формирование у будущих специалистов навыков самостоятельной работы и творческого мышления в решении технических задач. Основой формой организации образовательного процесса является учебная самостоятельная деятельность студентов.

Цели самостоятельной работы: научить студента осмысленно и самостоятельно работать с учебным материалом, с научной информацией, заложить основы самоорганизации и самовоспитания, развить потребность в повышении своей квалификации. В процессе самостоятельной работы происходит формирование знаний, умений, навыков, компетенций, обеспечивается усвоение приемов познавательной деятельности, развивается интерес к творческой деятельности.

Творческая самостоятельность – это интегральное качество личности, характеризующееся способностью самостоятельно ставить цель учебно-профессиональной деятельности и прогнозировать ее творческое решение, актуализировать необходимые знания и способы ее достижения, планировать и корректировать свои действия, соотносить полученный результат с поставленной целью (Д. В. Качалов) [1].

Формирование творческой самостоятельности студентов является процессом, который происходит постепенно и целенаправленно, охватывая ключевые компоненты этого качества (Л. И. Божович, И. А. Зимняя, И. С. Кон, А. Н. Леонтьев, Н. Н. Нечаев, Н. М. Яковлева и др.): когнитивно-деятельностный компонент (на уровне знаний происходит овладение способов проектной деятельности); рефлексивно-творческий компонент (умения представлять план предстоящей проектной деятельности, самостоятельное добывание дополнительных знаний, умение творчески самостоятельно применять знания на практике); мотивационно-личностный компонент (качества творческой самостоятельной личности: распространение знаний творческой деятельности в новых условиях, стремление находить оригинальные способы деятельности) [2].

И. К. Кондаурова выделила следующие уровни развития творческой самостоятельности у студентов:

- 1) мотивационно-целевой – исходный уровень, когда недостаточно проявляется познавательная самостоятельность. Преподавателю следует обратить внимание на мотивационную сторону обучения;
- 2) содержательно-операционный – минимальная познавательная самостоятельность;
- 3) эмоционально-волевой – обязательный уровень познавательной и творческой самостоятельности;

4) оценочно-корректировочный – полная познавательная и творческая самостоятельность [3].

Исследователи различают три уровня творческой деятельности: стимульно-продуктивный, эвристический (благодаря ему находят и обобщают закономерности однотипных явлений) и, наиболее сложный и развитый, креативный уровень (благодаря ему делаются не только более глубокие обобщения, синтезируются общие закономерности, но и начинает проявляться авторская проблемная рефлексия, создаются принципиально новые решения).

Для оценки уровней сформированности профессионально-творческой самостоятельности личности студента выделяют три критерия: самостоятельность в профессиональной (учебно-профессиональной) деятельности; профессионально-ориентированное мышление; творческое отношение к профессиональной (учебно-профессиональной) деятельности.

Критерий самостоятельности студента в профессиональной деятельности раскрывается через следующие показатели:

- профессиональное самопознание, определяющее наличный уровень профессиональной самореализации (способность личности адекватно оценивать уровень своей квалификации; профессиональная мотивация; уровень удовлетворенности профессиональной деятельностью);

- самоорганизация в профессиональной деятельности (способность рационально организовывать и планировать свою работу, приспособляться к новым профессиональным требованиям; саморегуляция в профессиональной деятельности, организационные и коммуникативные способности при работе в коллективе; мобилизация сил, самовнушение в достижении профессиональных целей);

- профессиональное самообразование (самостоятельное овладение знаниями, умениями и навыками по конкретной профессии или специальности; самовоспитание, расширение и углубление профессионально-значимых качеств и способностей; постоянная готовность к профессиональному обновлению).

Творческая самостоятельность является основой для формирования профессиональной самостоятельности. Студенты, обладающие высоким уровнем творческой самостоятельности, способны самостоятельно принимать решения и действовать в рамках своей профессии. Это приводит к следующим результатам:

- улучшение качества выполнения профессиональных задач: способность находить нестандартные решения позволяет более эффективно справляться с профессией;
- повышение конкурентоспособности на рынке труда: работодатели ценят творческий подход, что делает таких специалистов более востребованными;
- развитие профессиональной идентичности: студенты, осознающие свою творческую самостоятельность, формируют уверенность в своих силах и значимости своей работы.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Творческая самостоятельность студентов является важнейшим компонентом их профессиональной подготовки и играет ключевую роль в развитии профессиональной самостоятельности. Формирование творческой самостоятельности студентов требует комплексного подхода со стороны образовательных учреждений, включая внедрение инновационных методов обучения, поддержку инициатив студентов и создание условий для самовыражения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Качалов, А. В. Характеристика творческой самостоятельности у студентов вуза – будущих учителей: структурный состав / А. В. Качалов // EUROPEAN SOCIAL SCIENCE JOURNAL. Автономная не-коммерческая организация «Международный исследовательский институт» (Москва). – 2013. – № 6(34). – С. 75–83.
2. Даськова, Ю. В. Формирование и развитие творческой самостоятельности студентов-дизайнеров (на примере учебной дисциплины «Основы производственного мастерства») / Ю. В. Даськова // Педагогика: традиции и инновации: материалы II междунар. науч. конф. (г. Челябинск, октябрь 2012 г.). – Челябинск : Два комсомольца, 2012. – С. 163–166.
3. Кондаурова, И. К. Теоретическое и технологическое обеспечение развития познавательно самостоятельности студентов в условиях вуза : дис. ... канд. пед. наук : 13.00.01 : / Кондаурова Инесса Константиновна ; Саратовский государственный университет им. И. Г. Чернышевского. – Саратов, 1999. 255 с.

Представлено 13.09.2025

ПРИМЕНЕНИЕ МОДУЛЬНОЙ ОРГАНИЗАЦИИ СОДЕРЖАНИЯ УЧЕБНЫХ ЗАДАНИЙ ПО ИНЖЕНЕРНОЙ ГРАФИКЕ

APPLICATION OF MODULAR ORGANIZATION OF CONTENT IN ENGINEERING GRAPHICS LEARNING TASKS

Шабан Т. А., ст. преп.,

Белорусский национальный технический университет,

г. Минск, Республика Беларусь

T. Shaban, Education Lecturer,

Belarusian National Technical University, Minsk, Republic of Belarus

В статье рассматривается возможность применения модульной технологии построения учебного материала по инженерной графике для реализации самостоятельной учебно-познавательной деятельности студентов.

The article discusses the possibility of using modular technology to create educational materials for engineering graphics to implement independent educational and cognitive activities of students.

Ключевые слова: *модульное обучение, самостоятельная работа, управляемая самостоятельная работа, графическая компетентность.*

Keywords: *modular learning, independent work, guided independent work, graphic competence.*

ВВЕДЕНИЕ

Инженерная графика является основополагающей дисциплиной в подготовке будущего инженера, объединяет ряд разделов: начертательная геометрия, проекционное и техническое черчение, компьютерная графика. Инженерная графика на сегодняшний день предназначена обеспечить умение выполнять различную техническую документацию: сборочные чертежи узлов машин и механизмов, рабочие чертежи деталей и их эскизы, графики, различные схемы, а также на умение заполнять сопроводительную документацию. С появлением цифрового моделирования – уметь моделировать различные объекты и процессы в 3D. Глубина изучения отдельных тем

разделов и последовательность их изложения, могут быть различными, что устанавливается учебными программами в зависимости от получаемой специальности и итоговой квалификации. Компетенции, полученные на инженерной графике, востребованы на всем протяжении обучения и является серьезным заделом для всей графической подготовки. В соответствии с образовательным стандартом, у будущих инженеров (квалификация конструктор, технолог) должна сформироваться следующая базовая профессиональная компетенция после изучения инженерной графики – «Владеть способами и методами графических изображений предметов, деталей и узлов на плоскости и в пространстве, оформлять и разрабатывать конструкторскую документацию, согласно ЕСКД, уметь читать чертежи для использования в профессиональной деятельности» [2]. Одним из условий формирования графических компетенций является изучение основных методов и законов получения изображений, согласно одному из положений теории поэтапного формирования умственных действий, человек должен опираться на определенную систему ориентиров, что обеспечивается начертательной геометрией [7].

Процесс освоения инженерной графики, общемирового языка техники, имеет два направления – изучение определенных законов и методов создания изображений на любом носителе (бумажном, цифровом) и развитие пространственного воображения. Этот процесс включает как механические построения, так и интеллектуальный компонент. Пространственный интеллект – это способность точно воспринимать видимый мир, выполнять трансформации и модификации согласно первому впечатлению, а также умение воссоздавать особенности визуального опыта даже при отсутствии соответствующего физического объекта [3]. Поскольку вся интеллектуальная деятельность инженера обуславливает работу с графическими визуальными образами (графиками, схемами, графическими моделями объектов), то это ставит инженерную графику не на периферию последующих изучаемых специальных дисциплин, а в центр, как ядро общеинженерной подготовки.

Инженерная графика, по большей своей части – практическая дисциплина. По учебным планам лекции предполагаются только на изучение начертательной геометрии. Техническое черчение и компьютерная графика изучаются на практических занятиях, предусматривающих самостоятельное освоение большого объема ГОСТов

и отработки навыков создания графических моделей-чертежей, схем, цифровых моделей за счет самостоятельной работы. Самостоятельная работа, как в аудитории, так и вне (управляемая самостоятельная работа), на наш взгляд, может быть хорошо реализована за счет модульного обучения с разной степенью или уровнем достижения поставленной цели.

ИСТОРИЧЕСКИЙ ОБЗОР МОДУЛЬНОГО ОБУЧЕНИЯ

Модульное обучение появилось в конце второй мировой войны в результате потребности в такой системе обучения, которая смогла бы обеспечить за короткий период необходимыми профессиональными умениями. Были изучены индустриальные задачи и разработано руководство по их теоретическому и практическому применению. В тот исторический период модульное обучение как термин не существовал и была только заложена основа адаптации термина к образованию и профессиональному обучению. Общие положения модульной технологии сформировались в конце 60-х годов XX века в США как альтернатива традиционному обучению [1, 5].

Основы модульного обучения были представлены в трудах Б. Ф. Скинера и получили теоретическое обоснование и развитие в работах зарубежных ученых, таких как М. Гольдшмид, Дж. Расселл, К. Курх, Г. Оуэнс. На территории СССР заинтересовались модульным обучением в конце 80-х годов XX века, развитием модульного обучения занимались С. Я. Батышев, Н. В. Борисова, Д. Е. Назаров, М. А. Чошанов, П. А. Юцявичене и др. Толчком к внедрению модульных технологий послужила конференция ЮНЕСКО в Париже в 1974 г. Участники конференции настаивали на создании открытых и гибких структур образования и профессионального обучения, дающих возможность приспосабливаться к изменяющимся потребностям науки, а также адаптироваться к местным условиям [1, 5]. Модульное обучение, как никакое другое, соответствовало предъявленным требованиям, давало возможность гибко строить содержание из блоков, объединять различные виды и формы обучения, давало учащимся возможность самостоятельно работать с предложенной ей индивидуальной учебной программой и в удобном темпе.

Интерес многих исследователей к модульному обучению был обусловлен их стремлением к достижению различных целей: так

Дж. Расселл и М. Гольдшмид стремились дать возможность учащимся работать в удобном темпе, выбрать подходящий для конкретной личности способ учения; С. Курх стремился к выявлению сильных и слабых сторон учащихся через корректирующие модули; В. Б. Закорюкин, В. И. Панченко предполагали гибкое структурирование содержания обучения из скомпонованных единиц учебного материала [1, 5].

Несмотря на столь длительный исторический период существования модульного обучения и признания его эффективности, до сих пор существуют различные точки зрения на понимание модуля и его проектирование. Рассмотрим существующие определения модуля по порядку их появления. По М. Гольдшмиду, модуль – это автономная, независимая единица в спланированном ряде видов учебной деятельности, предназначенная помочь обучающемуся достичь некоторых четко определенных целей (1972 год). Основатель модульного обучения Дж. Расселл понимал под модулем учебный пакет, охватывающий концептуальную единицу учебного материала и предписанных учащимся действий (1974 год). Г. Оуэнс рассматривал модуль как обучающий замкнутый комплекс, в состав которого входят педагог, обучаемые, учебный материал и средства, помогающие им реализовать индивидуализированный подход и обеспечить их взаимодействие. По мнению отечественных исследователей В. М. Гареевой, С. И. Куликовой и Е. М. Дурко, обучающий модуль представляет собой «соединение различных видов и форм обучения, подчиненных общей теме учебного курса или актуальной научно-технической проблеме» (1987 год) [1,5]. Со временем понятие модуль становится более конкретным. Так, Ю. Ф. Тимофеева формулирует понятие модуль, как относительно самостоятельную часть какой-то системы, несущую функциональную нагрузку, что в обучении соответствует «дозе» информации или действия, достаточной для формирования тех или иных профессиональных знаний и навыков будущего специалиста. Один из современных авторов, обосновавших сущность и методические основы модульного обучения, разработавших принципы и правила построения модульной программы – П. А. Юцявичене. По Юцявичене модуль – это основное средство модульного обучения, которое является законченным блоком информации, а также вклю-

чает в себя целостную программу действий и методическое руководство, обеспечивающее достижение поставленных дидактических целей. (1990 год) [8].

Авторы В. В. Карпов и М. И. Катханов определяют модуль с точки зрения профессионального обучения, как организационно–методическую междисциплинарную структуру учебного материала, предусматривающую структурирование информации с позиций логики познавательной деятельности (1992 год). В. А. Ермоленко характеризует модуль как содержательно и функционально завершенную структуру элемента содержания, реализующих одну или несколько учебных целей. С. Я. Батышев описывает модуль как часть блока учебного материала, благодаря которому гарантируется первичное приобретение некоторых теоретических и практических навыков для выполнения какой–либо конкретной работы (1999 год) [1, 5].

Из всего разнообразия взглядов на модульное обучение, можно выделить 3 основных подхода по данному вопросу.

Наиболее важный подход, на наш взгляд, по П. А. Юцявичене, «...сущность модульного обучения состоит в том, что обучающийся более самостоятельно или полностью самостоятельно может работать с предложенной ему индивидуальной учебной программой, содержащей в себе целевую программу действий, банк информации и методическое руководство по достижению поставленных дидактических целей. При этом функции педагога могут варьироваться от информационно-контролирующей до консультативно-координирующей» [8, с. 58]. Вариативными компонентами, по мнению П. А. Юцявичене, в структуре модуля, выступают учебный текст, руководство к обучению, консультация педагога. Для облегчения ориентации обучаемых в модуле предлагается ряд символических обозначений, указывающих дидактическую цель, наиболее важные фрагменты текста, контрольные вопросы и т. д.

Другим подходом является разработанная Международной организацией труда (МОТ) модульная образовательная технология, получившая название «Training using of modulars employable skills» – «Обучение с использованием модулей трудовых навыков», сферой деятельности которой является профессиональная подготовка и трудоустройство кадров. В последствии была разработана прикладная версия системно-модульного подхода – «MES концепция». Во многих странах и сейчас профессиональное обучение осуществляется по

модульным технологиям, проектируемым в соответствии с этой концепцией, где имеет место упорядоченный терминологический аппарат, четкий структурированный учебный процесс, детальная проработка учебно-программной документации. Согласно этому подходу, образовательная программа составляется из отдельных модульных блоков, представляющих собой единицу содержания профессиональной деятельности с точно обозначенным началом и концом. Каждый модульный блок разбивается на шаги, направленные на формирование навыков выполнения действий когнитивного, психомоторного, эмоционального характера. Основным средством реализации модуля является учебный элемент – методическое пособие, предназначенное для освоения обучаемым модульной программы. По итогу осуществляется трехуровневый контроль сформированности знаний и навыков: текущий (тестирование после изучения каждого учебного элемента); промежуточный (тестирование после изучения каждого модульного блока); итоговый (заключительные квалификационные или выходные испытания) [4].

Существует третий подход к модульному обучению, по Кодексу об образовании РБ: модуль – это темы, разделы учебных предметов, учебных дисциплин, практик, учебные предметы, учебные дисциплины, практики, сгруппированные в блок в целях формирования у обучающихся одной или нескольких компетенций [6]. Согласно этой концепции, модулем может выступать, как единица учебного плана по специальности, состоящая из учебных дисциплин, отвечающих требованиям квалификационной характеристики; как организационно-методическая междисциплинарная структура, состоящая из тем (разделов) по разным учебным дисциплинам, необходимым для освоения специальности; как организационно-методическая структурная единица в рамках одной учебной дисциплины. Следовательно, по Кодексу об образовании, любую учебную дисциплину можно изучать путем разделения ее на систему модулей (функциональных блоков), представляющих собой законченную, логически завершенную часть теоретического материала и практических действий. Модульное обучение имеет ряд преимуществ для всех участников образовательного процесса, входящих в педагогическую систему: для студентов – профильное обучение с минимальными временными затратами, собственный темп, возможность самоконтроля,

выбор индивидуального образовательного маршрута; с позиции педагога, тьютора – удобная, более гибкая и корректируемая форма методического сопровождения; со стороны учреждения высшего образования – подготовка большого количества специалистов с тем же объемом преподавательского состава и на той же учебной базе; с позиции заказчиков кадров (предприятий) – реальная возможность углубления профессиональной подготовки будущих кадров с большим профильным охватом и без дополнительных затрат; со стороны общественной деятельности – реальная возможность получения профильного образования, продолжение обучения в системе непрерывного образования [4].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Модульное обучение имеет достаточную доказательную базу своей эффективности и не теряет своей актуальности в современном образовании. Разбивка обучающего контента на модули – это хорошо организованная онлайн-платформа для самостоятельного освоения студентами учебного материала по дисциплине. Изучив достоинства и недостатки образовательных модулей, а также в целях обеспечения эффективного использования всего учебного времени, отводимого на изучение инженерной графики, перед нами встала задача правильно и функционально разделить учебный материал на законченные блоки в соответствии с общим алгоритмом разработки модулей, а это выделение и анализ структуры учебной дисциплины (модульных систем), построение структуры подмодулей (подсистем или блоков информации), разработка учебных элементов в соответствии с их инвариантным и вариативным составом. Реализуя целевую установку на повышение качества профессиональной подготовки будущих инженеров, мы находимся в процессе апробации модуля «Чтение и детализирование сборочного чертежа», применив данный модуль в процессе управляемой самостоятельной работы студентов. В ходе педагогического эксперимента, по предварительным данным, нами установлено позитивное влияние на динамику учебных достижений и уровень вовлеченности в учебный процесс студентов, а также отмечено повышение качества выполнения учебных задач.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бородина, Н. В. Проектирование и организация модульной технологии обучения : учеб. пособие / Н. В. Бородина, М. В. Горонович, Е. С. Самойлова. – Екатеринбург : Рос. гос. проф.-пед. ун-т, 2006. – 242 с.
2. Высшее образование. Первая ступень. 1-53-01 11. Автоматизация и управление теплоэнергетическими процессами (по направлениям). Квалификация зависит от направления специальности: ОСВО 1-53-0101-2019. – Введ. 26.10.2023. – Мн. : М-во образования Респ.Беларусь, 2015. – 13 с.
3. Гарднер, Г. Структура разума. Теория множественного интеллекта / Г. Гарднер, А. Н. Свирид. – Россия, 2007. – 512 с.
4. Данилина, Е. А. Принципы модульного обучения и обучающий модуль как структурная единица организации учебного процесса / Е. А. Данилина // Вектор науки ТГУ. – 2014. – № 3 (18). – С. 71–74.
5. Захарова, Т. В. Технологии модульного обучения в современном образовании: учеб. пособие / Т. В. Захарова, Н. В. Басалаева, Т. В. Казакова [и др.]. – Красноярск : Сиб. федер. ун-т, 2019. – 81 с.
6. Кодекс Республики Беларусь об образовании : [от 13 января 2011 г.: принят Палатой представителей 2 декабря 2010 г. : одобрен Советом Республики 22 декабря 2010 г.]. – Мн. : Национальный центр правовой информации Республики Беларусь, 2011. – 398 с.
7. Формирование знаний и умений на основе теории поэтапного формирования умственных действий : сборник статей ; под ред. П. Я. Гальперина, Н. Ф. Талызиной / – М. : Изд.Моск. ун-та, 1968. – 135 с.
8. Юцявичене, П. А. Теория и практика модульного обучения. – Каунас : Швиеса, 1989. – 279 с.

Представлено 13.09.2025

**ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОЧИХ ТЕТРАДЕЙ
ПРИ ИЗУЧЕНИИ НАЧЕРТАТЕЛЬНОЙ ГЕОМЕТРИИ**

**INCREASING THE EFFICIENCY OF WORKBOOKS IN STUDYING
DESCRIPTIVE GEOMETRY**

Зеленый П. В., канд. техн. наук, доц., **Киселева Н. Л.**, ст. преп.,
Белорусский национальный технический университет,
г. Минск, Республика Беларусь

P. Zialiony, Ph. D. in Eng., Ass. Prof., N. Kiselyova, Senior Teacher,
Belarusian National Technical University, Minsk, Republic of Belarus

Показано, что рабочая тетрадь, казалось бы, остается эффективным средством изучения начертательной геометрии, однако в силу низкой мотивации студенты не стремятся решать задачи в ней самостоятельно, бездумно срисовывая готовые решения, и потому не приходится говорить, что эффективность рабочей тетради достаточно высокая. Чтобы исправить ситуацию, предложено дополнить содержащиеся в рабочей тетради одинаковые для всех задачи по самостоятельному закреплению прочитанного накануне практических занятий лекционного материала заданиями по вариантам по каждой теме для выполнения в аудитории в присутствии преподавателя при условии, что свой вариант студент будет узнавать всякий раз непосредственно на очередном практическом занятии.

It is shown that the workbook, it would seem, remains an effective means of studying descriptive geometry, however, due to low motivation, students do not strive to solve the problems in it independently, mindlessly copying ready-made solutions, and therefore it is not necessary to say that the effectiveness of the workbook is quite high. In order to correct the situation, it is proposed to supplement the same tasks for all in the workbook on independent consolidation of the lecture material read on the eve of practical classes with assignments on options for each topic to be completed in the classroom in the presence of the teacher, provided that the student will learn his option each time directly at the next practical lesson.

Ключевые слова: *начертательная геометрия, рабочая тетрадь, самоподготовка, практические занятия, графические задания.*

Keywords: *descriptive geometry, workbook, self-study, practical classes, graphic tasks.*

ВВЕДЕНИЕ

Изучение основополагающего раздела инженерной графики начертательной геометрии, помимо читаемых лекций, предполагает индивидуальное самостоятельное решение графическими методами большого объема геометрических задач по всем темам курса [1, 2]. Еще в советскую пору, а в этом плане ничего измениться не могло и поныне, так как основная цель изучения предмета – это развитие пространственного геометрического представления и мышления геометрическими образами, в течение семестра студент должен был самостоятельно решить 70–90 задач. Поскольку в исходном условии к каждой задаче неизбежно присутствует графическая часть, от точности воспроизведения которой существенно зависит конечный результат построений – в частности, решение может оказаться мало удачным для визуального восприятия, хотя и верным, но в учебных целях совершенно неприемлемым, а то и вовсе выйти за пределы графического поля для построений (за пределы листа), – практиковались и до сих пор остаются актуальными выверенные рабочие тетради [1, 2]. Необходимые построения предполагается выполнять прямо в них, как известно. Тем более что не требуется терять драгоценное время практических занятий на перечерчивание графической части условий к задачам. И даже в домашних условиях при закреплении материала прочитанной лекций и подготовке к последующим практическим занятиям также немаловажно для студента сразу приступать к существу – к построениям решения на уже готовом исходном условии задачи, не отвлекаясь ни на что иное.

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОЧИХ ТЕТРАДЕЙ ПРИ ИЗУЧЕНИИ НАЧЕРТАТЕЛЬНОЙ ГЕОМЕТРИИ

Это представляется возможным, если помимо одинаковых для всех заданий, по которым студенты будут закреплять лекционный материал при подготовке к практическим занятиям, по каждой теме будут также приведены задания по вариантам для выполнения непосредственно в аудитории. Тем самым будет подтверждаться факт, что студент пришел на занятия действительно подготовленным [3].

Кроме того, у студентов не будет желания просто заимствовать готовые решения тех задач, которые являются в рабочей тетради общими для всех (не по вариантам), уже кем-то выполненными, и они станут готовиться на совесть во избежание неудач в аудитории, когда каждому в рабочей тетради будет указан свой вариант проверочного задания. Студенты будут осознавать необходимость самостоятельной подготовки, так как другого выхода у них не будет. Тем более что свой вариант задания для аудиторной работы студент будет узнавать непосредственно на практическом занятии, и всякий раз вариант целесообразно менять от занятия к занятию, чтобы исключить саму возможность ввести преподавателя в заблуждение.

Чтобы концентрировать внимание исключительно на решении задач, в рабочей тетради следует предусмотреть клеточку на графическом поле для удобства построений [3], чтобы студент не терял времени на различные измерения, на обеспечение перпендикулярности и параллельности линий, отслеживание проекционных связей – с клеточкой все это будет быстрее, проще и точнее. Перечисленные навыки, конечно, являются важными. Но на этапе изучения начертательной геометрии их получение следует упростить – неспроста же первые графические работы всегда рекомендуется выполнять на миллиметровой бумаге. В последующем при переходе к выполнению графических заданий на форматах, когда уже будет больше традиционного черчения, студенты смогут овладеть ими в полной мере. Но пока студент формирует свое пространственное воображение, мышление геометрическими образами, учится их представлять как геометрические, причем расположенные произвольно, изучает правила получения их изображений на плоскости по методу проецирования, учится решать геометрические задачи графическим путем, именно на этом и надо концентрировать его внимание, прежде всего, несколько отодвинув все иное на потом. Контрпродуктивно нагружать студентов, делающих первые шаги в университете, буквально всем, что относится к инженерной графике. Внимание надо концентрировать на основном, что входит в цель и задачи изучения начертательной геометрии, а все другое требовать в той или иной мере как сопутствующую необходимость – соблюдение структуры и толщины линий, шрифт ...

Таким образом, согласно замыслу, по рабочей тетради студенты в домашних условиях должны готовиться к очередному практическому занятию, решая самостоятельно предложенные задачи, повторяя и закрепляя лекционный материал. О том, насколько это было действительно у них самостоятельно, можно будет судить уже на практическом занятии при выполнении заданий по вариантам по изучаемой теме лекций там же в рабочей тетради. Так как это конкретная работа, студентам вначале следует дать кратко необходимые вводные пояснения с отсылками на задачи, решенные ими дома. Поскольку студенты сразу же должно приступить к выполнению заданий в аудитории, а не выполнить где-то там, в домашних условиях и принести на следующее занятие на проверку, они будут вникать в то, что им поясняют. Если организовать учебный процесс именно так, как это предлагается, а не так, как имеет место сейчас, когда на практическом занятии повторно дается материал по изучаемой теме, причем довольно обширно, не смотря на то, что он был прочитан на лекции, а дальше внимание переключать на проверку ранее выданных графических заданий и их защиту, студенты не будут вникать в то, что им там объясняли – им не до этого. Ведь они видят, что достаточно принести из дому готовое задание, и к ним вопросов не будет – ну, посетует преподаватель, что студент не понимает ничего и что не сам чертил ..., но все же работу подпишет ему на радость (а может, и себе тоже).

В общем, традиционно получается такая картина: на практическом занятии мы даем пояснения по текущей теме, но выполнять задания по ней прямо сейчас от них не требуют, и внимание в оставшееся время практических занятий переключают на прием заданий по пройденным темам, причем даже по таким, которые выдавались давно, может даже, в начале семестра. И студенты будут полностью поглощены этим. Им новый материал «не зайдет». Да они его толком и слушать не будут, так как им важно показать, защитить накопленное, чтобы не было долгов. То есть – налицо неритмичная проходжение материала, предусмотренного учебной программой. Чехарда – по-другому не скажешь. Пояснили одно и тут же переключаемся на другое. В такой ситуации нечего и удивляться, что студенты не вникают в пояснения по текущей теме как указывалось. До нее они дойдут с опозданием – кто раньше, кто позже в зависимости от объема задолженностей.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Дополненная заданиями по вариантам рабочая тетрадь [3] позволит организовывать практические занятия по начертательной геометрии таким образом, чтобы они отвечали их сути – практическому закреплению изучаемой темы по следам прочитанной лекции и ритмичному изучению дисциплины в соответствии с учебной программой. В этом случае студенты станут вникать в материал лекции и краткие пояснения в начале практического занятия, самостоятельно решать задачи в домашних условиях, готовясь к практическому занятию, так как на нем им придется в оставшееся время от вводных пояснений приступить к выполнению своего задания по указанному варианту и получить в конце занятия оценку.

ЛИТЕРАТУРА

1. Киселева, М. В. Рабочая тетрадь как форма организации самостоятельной работы студентов / М. В. Киселева, Е. З. Зевелева // Инновационные технологии в инженерной графике: проблемы и перспективы : сб. тр. Междунар. науч.-практ. конф., 20 апреля 2018 г., Брест, Новосибирск. – Брест : БрГТУ, 2018. – С. 166–168.

2. Белоруссова, Е. В. Рабочая тетрадь по дисциплине – средство развития познавательной активности и организации самостоятельной работы студентов / Е. В. Белоруссова // Педагогика: традиции и инновации: материалы V Междунар. науч. конф. (г. Челябинск, июнь 2014 г.). – Челябинск : Два комсомольца, 2014. – С. 106–108. – URL: <https://moluch.ru/conf/ped/archive/104/5794/> (дата обращения: 13.02.2020).

3. Зеленый, П. В. Начертательная геометрия. Рабочая тетрадь : учеб.-методич. пособие для студентов технических специальностей высших учебных заведений / П. В. Зеленый. – 3-е изд., перераб. – Мн. : Новое Знание, 2025. – 64 с.

Представлено 11.09.2025

СОДЕРЖАНИЕ

ЭКСПЛУАТАЦИЯ, ОБСЛУЖИВАНИЕ И РЕМОНТ АВТОМОБИЛЕЙ	3
ТРАНСПОРТНЫЕ СИСТЕМЫ, «ЗЕЛЕННЫЕ» ТЕХНОЛОГИИ И МОБИЛЬНОСТЬ	21
ЭКОНОМИКА, ТРАНСПОРТНОЕ ПРАВО И ЛОГИСТИКА	158
МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОЕ ЧЕРЧЕНИЕ, КОМПЬЮТЕРНАЯ ГРАФИКА	222

Научное издание

**АВТОТРАКТОРОСТРОЕНИЕ
И АВТОМОБИЛЬНЫЙ
ТРАНСПОРТ**

Сборник научных трудов

В 2 томах

Том 2

Подписано в печать 20.11.2025. Формат 60×84 ¹/₁₆. Бумага офсетная. Ризография.

Усл. печ. л. 15,76. Уч.-изд. л. 12,60. Тираж 50. Заказ 701.

Издатель и полиграфическое исполнение: Белорусский национальный технический университет.

Свидетельство о государственной регистрации издателя, изготовителя, распространителя
печатных изданий № 1/173 от 12.02.2014. Пр. Независимости, 65. 220013, г. Минск.