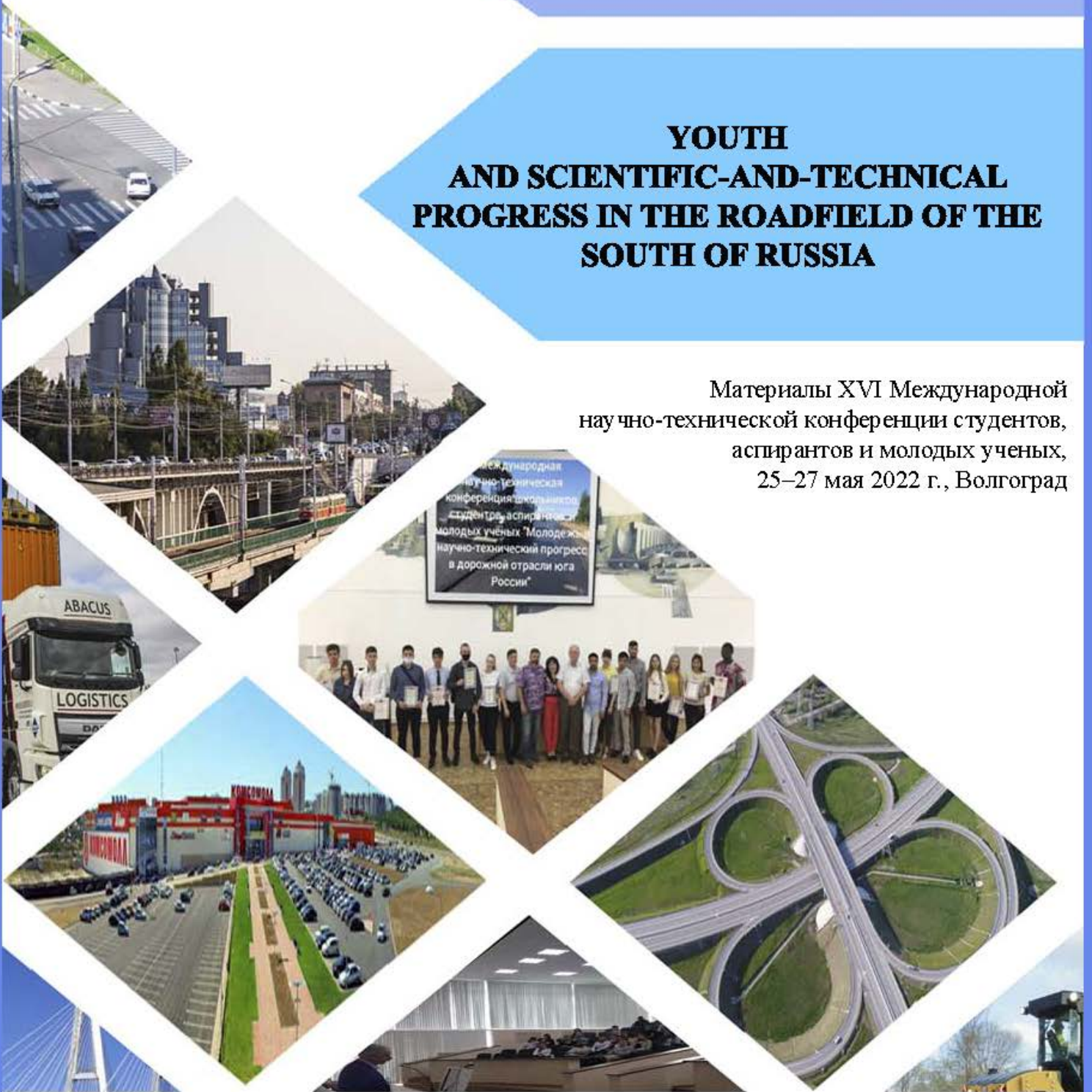


**МОЛОДЕЖЬ
И НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ
ПРОГРЕСС В ДОРОЖНОЙ ОТРАСЛИ
ЮГА РОССИИ**

**YOUTH
AND SCIENTIFIC-AND-TECHNICAL
PROGRESS IN THE ROADFIELD OF THE
SOUTH OF RUSSIA**

Материалы XVI Международной
научно-технической конференции студентов,
аспирантов и молодых ученых,
25–27 мая 2022 г., Волгоград

Международная
научно-техническая
конференция студентов,
аспирантов и
молодых ученых "Молодежь
научно-технический прогресс
в дорожной отрасли юга
России"



Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Волгоградский государственный технический университет

**МОЛОДЕЖЬ И НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ПРОГРЕСС
В ДОРОЖНОЙ ОТРАСЛИ ЮГА РОССИИ**

**YOUTH AND SCIENTIFIC-AND-TECHNICAL PROGRESS
IN THE ROADFIELD OF THE SOUTH OF RUSSIA**

Материалы XVI Международной научно-технической конференции
студентов, аспирантов и молодых ученых, 25—27 мая 2022 г., Волгоград

Волгоград
ВолгГТУ
2022

УДК 001.89-0.53.81:625.7/.8(470.450)(0.63)
ББК 39.111-55(2Рус-4Вор) я431
М754

Редакционная коллегия: Алексиков С.В., д-р техн. наук, профессор (*г. Волгоград*)
Близниченко С.С., канд. техн. наук, доцент (*г. Краснодар*)
Ефименко С.В., д-р техн. наук, доцент (*г. Томск*)
Захаров Е.А., канд. техн. наук, доцент (*г. Волгоград*)
Ильина О.Н., канд. техн. наук, доцент (*г. Казань*)
Углова Е.В., д-р техн. наук, профессор (*г. Ростов-на-Дону*)
Лескин А.И., канд. техн. наук, доцент (*г. Волгоград*)

М754 **Молодежь** и научно-технический прогресс в дорожной отрасли юга России = Youth and scientific-and-technical progress in the roadfield of the south of Russia : материалы XVI Международной науч.-технич. конф. студентов, аспирантов и молодых ученых, 25—27 мая 2022 г., Волгоград / М-во науки и высшего образования Рос. Федерации, Волгогр. гос. техн. ун-т. — Волгоград: ВолгГТУ, 2022. 289 с.

ISBN 978-5-9948-4117-4

Содержатся материалы XVI Международной научно-технической конференции «Молодежь и научно-технический прогресс в дорожной отрасли юга России», целью которой является помощь ученым и молодым специалистам России в представлении результатов своих научно-исследовательских и экспериментальных работ широкому кругу научной общественности, ознакомление представителей дорожных предприятий и учреждений, преподавателей, аспирантов и студентов вузов с последними достижениями в области повышения эффективности работы дорожно-строительного комплекса, строительства и эксплуатации автомобильных дорог, безопасности дорожного движения.

This collection contains the materials of the 16th International scientific and technical conference “Youth and scientific-and-technical progress in the roadfield of the south of Russia”, which is aimed at helping young specialists and scientists in presentation of the outcomes of their scientific and experimental works to scientific community, at acquaintance of representatives of road factories and institutions, professors, PhD students and students with the latest achievements in the field of improvement of the work-effectiveness in the road-building complex, road-building and service and road safety.

УДК 001.89-0.53.81:625.7/.8(470.450)(0.63)
ББК 39.111-55(2Рус-4Вор) я431

ISBN 978-5-9948-4117-4



© Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Волгоградский государственный технический университет», 2022
© Авторы статей, 2022

СОДЕРЖАНИЕ

СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ИЗЫСКАНИЙ И ПРОЕКТИРОВАНИЯ ОБЪЕКТОВ ТРАНСПОРТНОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ

Бобкин А.А. Современные методы неразрушающего контроля нежестких дорожных конструкций	6
Боровик А.В., Боровик А.В., Лепехина Д.М. Методика прогнозирования уровня содержания автомобильных дорог	11
Воробьева А.Д. Расчет устойчивости однородного и слоистого грунтового массива при упруго-пластическом распределении напряжений	17
Гасанов И.Р. Моделирование аварийной ситуации при возведении путепровода	24
Жукова А.И. Использование БПЛА при осмотре дефектов мостовых сооружений	30
Зголич И.А., Ефименко С.В. Основные аспекты формирования информационной базы данных для целей дорожно-климатического районирования территории ЯНАО.....	36
Красько У.К., Гончарова Д.В. Опыт применения беспилотных летательных аппаратов для обследования интенсивности движения транспортных потоков	43
Магомедов М.М. Технология монтажа мостов в горных условиях.....	50
Малюта В.Е. Современные технологии обеспечения видимости на вертикальных кривых продольного профиля.....	56
Потаков Б.К. Современные технологии расчета скоростей движения по продольному профилю переменной кривизны	61
Соболева Е.Д. Особенности управление информацией о геодезических сетях в области автомобильных дорог.....	65
Тибиллов Т.В. Современные технологии проектирования автомобильных дорог в горной местности.....	69
Топчиева Д.С. Оценка эффективности средозащитных полос зеленых насаждений на объектах транспортной инфраструктуры.....	75

ИННОВАЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ И ТЕХНОЛОГИИ В ДОРОЖНОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ

Дедуренко В.А., Колосков Р.С. Методы повышения качества и долговечности асфальтобетонных покрытий.....	84
Глазунов И.И., Лескин А.А., Евдокименко А.О., Мещеряков В.С. Применение электросталеплавильных шлаков при регенерации асфальтобетонных покрытий	89
Иванов Р.Ю. Современные технологии ямочного ремонта дорожных покрытий	92

Каменских А.Н. Применение анализа и расчета риска при обследовании мостовых сооружений	96
Каменских А.Н., Петрович И.Г. Защитные термоадгезионные слои полимерной напыляемой гидроизоляции мостового сооружения.....	100
Миронов Н.С. Влияние комплексных модификаторов на свойства ЩМА	105
Самсонов И.В. Применение комплексного модификатора асфальтобетона «Руббермастик» в сфере дорожного покрытия на участках в Волгоградской области в 2021-22г.....	109
Сергушев А.И. Строительство участка автомобильной дороги М-7 «Волга» с покрытием из асфальтобетонной смеси SP16Т.....	116
Сиволап В.Е., Ефименко С.В. Полевые обследования дорожных конструкций для целей уточнения дорожно-климатического районирования территории ЯНАО.....	120
Тараненко И.С. Совершенствование методов обеспечения функциональной долговечности горизонтальной дорожной разметки.....	126
<i>ТЕХНОЛОГИЯ ТРАНСПОРТНЫХ ПРОЦЕССОВ И БЕЗОПАСНОСТЬ ДОРОЖНОГО ДВИЖЕНИЯ</i>	
Ашуров Р.А., Сильченкова Ю.А., Пантелеева А.А. Методика создания веломаршрута на примере г. Волгограда.....	134
Бычков К.В. Перспективы применения альтернативных топлив для двигателей внутреннего сгорания	138
Емельянова К.А. Основные направления обеспечения безопасности дорожного движения в городах	142
Емельянова К.А. Элементы интеллектуальной транспортной системы в структуре города	146
Жамаль-Эддин Аллам Макрам Математическая модель ширины покрытия взлётно посадочной полосы аэродрома на основе теории риска	151
Иванов Р.Ю. Проекционные пешеходные переходы на городских дорогах	159
Кичуткина А.Е. Формирование доступной городской среды для маломобильных групп населения (на примере перекрестка).....	164
Колосков Р.С., Дедуренко В.А. Анализ изменения мест концентрации ДТП в городе Волгоград с 2019 года по 2021 год	168
Кутдусов Р.Ф. Оценка пропускной способности улично-дорожной сети жилого комплекса «Седьмое небо» в городе Казани	176
Мингазов Х.Х. Транспортное планирование перекрестков в городе Казани	180
Мишаткин Д.Д. Проблемы развития инфраструктуры компримированного природного газа в качестве моторного топлива в г. Волгоград.....	186

Огар Т.П. Повышение безопасности дорожного движения за счет изменения интенсивности движения транспортных средств в системе городского пассажирского общественного транспорта.....	191
Петрунева Ю.В. Мнение волгоградских студентов о безопасности городского общественного транспорта.....	196
Рожнов Е.Е., Барлит О.Б., Гофман С.Д. Велосипедные дорожки в городской среде: проблема или решение	203
Сапрыкин С.С., Дегтярев Д.А. Совершенствование методов оценки состояния дорожного полотна с использованием GPS-трекологии	209
Сильченкова Ю.А., Ашуров Р.А. Методика определения психофизиологического состояния водителя при управлении им транспортным средством.....	216
Старцева А.Н., Русскова В.В. Паркирование автомобилей на дворовых территориях.....	220
Супрунова И.А. Совершенствование организации дорожного движения на кольцевых пересечениях г. Волгограда	223
Федина О.Ю. Современное состояние применения информационных систем в области доставки сельскохозяйственной продукции	230
Фёдорова В.С. Разметка как элемент безопасности дорожного движения в зоне искусственных сооружений.....	236
Филимонова Э.П. Состояние технического оснащения пешеходных путей для маломобильных групп населения в центральном районе г. Волгограда	242
Чернышова П.И., Балванова В.С., Барлит О.Б., Матвеев А.В. Статистика дорожно-транспортных происшествий г. Волгограда.....	245
Чиркова Л.С., Кочетова И.П. Анализ взаимодействия транспортно-логистических систем России и Финляндии.....	252
Чурина Э.А. Транспортное планирование улично-дорожной сети на пересечении ул. Татарстан- ул. Девятаева – ул. Шарифа камала города Казань	259
Коденцева Ю.В., Герлейн А.Ю., Шакенова Э.Ж. Влияние плотности наката на формирование цикла предотвращения образования уплотненного снега в системе управления зимним содержанием автомобильных дорог.....	267
Юсупкина Ю.Е. Автоматизированные системы управления освещением на федеральных автомобильных дорогах.....	277
<i>ПРОЕКТИРОВАНИЕ, РЕМОНТ И ЭКСПЛУАТАЦИЯ ДОРОЖНО-СТРОИТЕЛЬНЫХ И ТРАНСПОРТНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ МАШИН</i>	
Кислицын О.А., Гофман С.Д. Форсунка мобильной распылительной системы для покрытия ограждений улично дорожной сети и городской инфраструктуры	282

СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ИЗЫСКАНИЙ И ПРОЕКТИРОВАНИЯ ОБЪЕКТОВ ТРАНСПОРТНОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ

УДК 625.09

СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ НЕРАЗРУШАЮЩЕГО КОНТРОЛЯ НЕЖЕСТКИХ ДОРОЖНЫХ КОНСТРУКЦИЙ

Бобкин А.А. (гр. АДС21)

Научный руководитель – д-р техн. наук, доцент Тиратурян А.Н.

Донской государственный технический университет

В настоящее время организация и проведение диагностики технического состояния нежестких дорожных конструкций становятся актуальными в связи с масштабным внедрением инновационных методов и технологий строительства, а также постоянно меняющимися условиями эксплуатации автомобильных дорог. Такая диагностика должна базироваться на современных методах оценки структурных свойств, транспортно-эксплуатационных характеристик дорожных конструкций. В данной статье рассмотрены современные методы неразрушающего контроля, представлены их отличительные характеристики.

At the present, the organization and conduct of diagnostics of the technical condition of flexible road structures becomes relevant due to the large-scale introduction of innovative construction methods and technologies, as well as the regularly changing exploitation conditions of roads. Such diagnostics should be based on modern methods for assessing the structural properties, transport and operational characteristics of road structures. In this article, modern methods of non-destructive testing are considered, their distinctive characteristics are presented.

Нежесткая дорожная конструкция – инженерное сооружение, состоящее из нескольких слоев минеральных материалов, которые могут быть как связаны органическим вяжущим, так и быть уложены без него, и предназначенное для передачи на земляное полотно нагрузок, возникающих от проезжающего транспорта [1].

В результате воздействия на дорожную конструкцию различных внешних факторов происходит снижение уровня соответствия сооружения требованиям отраслевых стандартов. Поэтому перед инженером-дорожником встает задача по оценке транспортно-эксплуатационных характеристик дорожной конструкции, определение степени удовлетворения нормативным документам, ее основных свойств и параметров:

- модуля упругости слоев дорожной конструкции;
- толщины слоев дорожной конструкции;
- коэффициенты демпфирования слоев дорожной конструкции;
- плотность слоев дорожной конструкции;
- ровность покрытия дорожной конструкции.

Нахождение значений этих параметров позволяет определить остаточный ресурс дорожной конструкции.

С этой целью проводится диагностика состояния дорожной конструкции, выполняющаяся современными методами и средствами неразрушающего контроля.

Для определения модуля упругости слоев дорожной конструкции может использоваться дефлектометр FWD Primax 1500, производства датской компании GRONTEMIJ.



Рис. 1. Дефлектометр FWD Primax 1500

Установка представляет собой двухосный прицеп со смонтированным на неё оборудованием ударного нагружения и комплектом датчиков-геофонов от 9 до 18 штук, предназначенных для регистрации упругих вертикальных деформаций на поверхности покрытия нежесткой дорожной конструкции. Эти датчики фиксируют скорость вертикальных колебаний дорожного покрытия, которая потом при использовании аппарата преобразования Фурье пересчитывается в вертикальные перемещения.

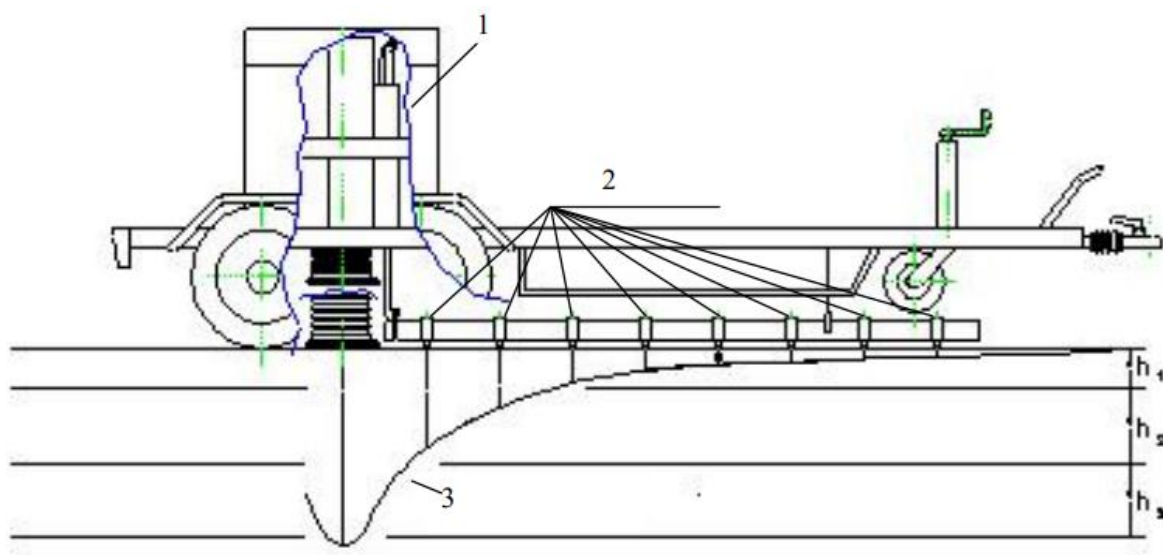


Рис. 2. Установка динамического нагружения FWD
1 – механизм ударного нагружения; 2 – датчики-геофоны; 3 – чаша прогибов

При измерениях сброс груза производится на систему демпфирующих элементов, которые передают на дорожное покрытие нагрузку через нагрузочную плиту и штамп установки диаметром 30 см. При этом время контакта штампа и покрытия дорожной конструкции 30 мсек., что, согласно исследованиям, соответствует времени контакта между колесами грузового автомобиля, передвигающегося со скоростью 60 км/ч. и покрытием, а спектр нагружения расположен в диапазоне от 0 до 90 Гц, что в полной мере отражает картину спектров нагружения, создаваемых проходящим потоком транспортных средств. Импульс нагружения имеет синусоидальную форму.

Кроме того, при применении управляющего программного обеспечения реализуется возможность подбора высоты сброса груза, которая позволяет смоделировать нагрузку от 7 до 15 кН.

Данная установка способна пройти до 40 километров за один день, что является её несомненным достоинством, ввиду возможности проводить сплошные измерения чаш упругих прогибов покрытия с относительно малой дискретностью.

Помимо определения модуля упругости и величины вертикальных прогибов конструкции, дефлектометр может быть использован и для определения коэффициента демпфирования слоя ζ по формуле [2]:

$$\zeta = \frac{\delta}{\sqrt{(2\pi)^2 + \delta^2}},$$

$$\delta = \ln \frac{A_1}{A_2} \cdot \Delta t^{-1}.$$

δ – логарифмический декремент затухания;

Δt – задержка между экстремумами амплитудно-временной характеристики перемещений, регистрируемой по отдельным датчикам-геофонам, с;

A_1, A_2 – экстремумы амплитудно-временной характеристики перемещений, регистрируемой по отдельным датчикам-геофонам, мм.

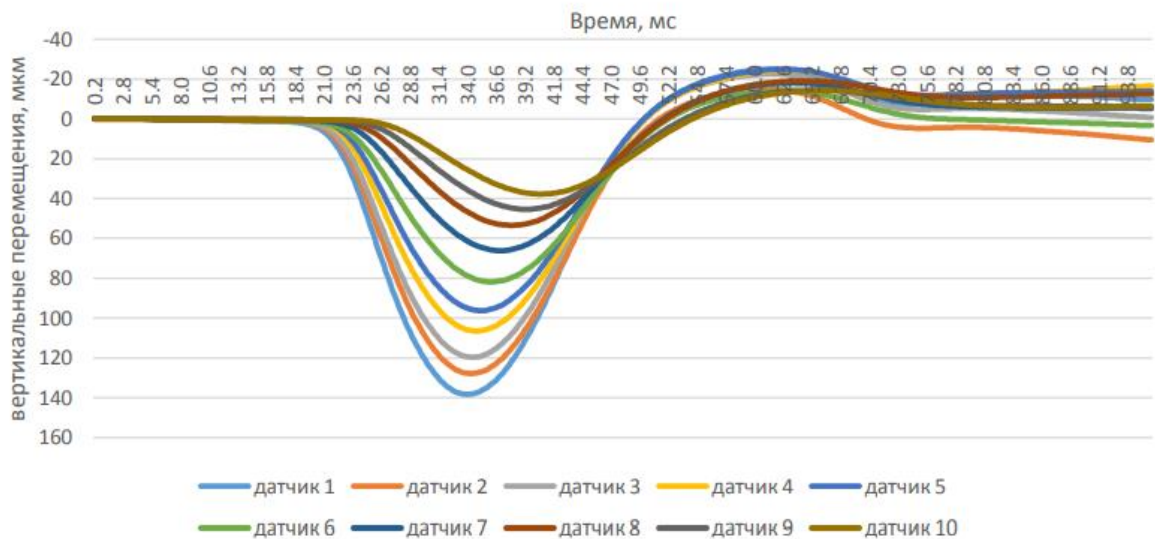


Рис. 3. Амплитудно-временная характеристика перемещения, регистрируемая на поверхности покрытия дорожной конструкции

Сейсмический анализатор дорожного покрытия (SPA-установка) является устройством, позволяющим определить, каким образом дорожное покрытие реагирует на создаваемые вибрации [3].

Установка монтируется на прицеп и состоит из следующих частей (рис. 4) [4]:

- площадки для крепления датчиков (В);
- держателей датчиков (D);
- двух пневматических молотков (G, H);
- пневматических цилиндров (С), обеспечивающих подъем и опускание датчиков;
- установки, подающей сжатый воздух (Е);
- пневматических пружин (F).

Молотки ударяют по дорожному покрытию и создают вибрации низкой и высокой частоты с длительностью импульса около 2 мс и 0,2 мс. Эти колебания улавливаются и измеряются системой датчиков, расположенных на фиксированных расстояниях от молотков (преимущественно от 0 до 1,2 м). На основе интенсивности вибраций определяется толщина и жесткость дорожного покрытия, а также могут быть обнаружены такие его дефекты, как трещины и расслоения.

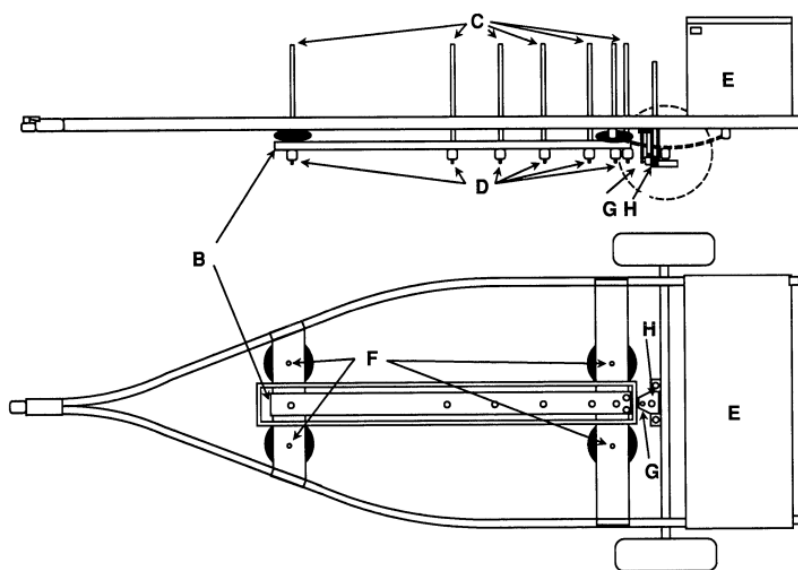


Рис. 4. Основные части установки SPA

Кроме сейсмического анализатора дорожного покрытия, оценку толщины конструктивных слоев нежесткой дорожной конструкции можно произвести при помощи георадара методом георадарного зондирования.

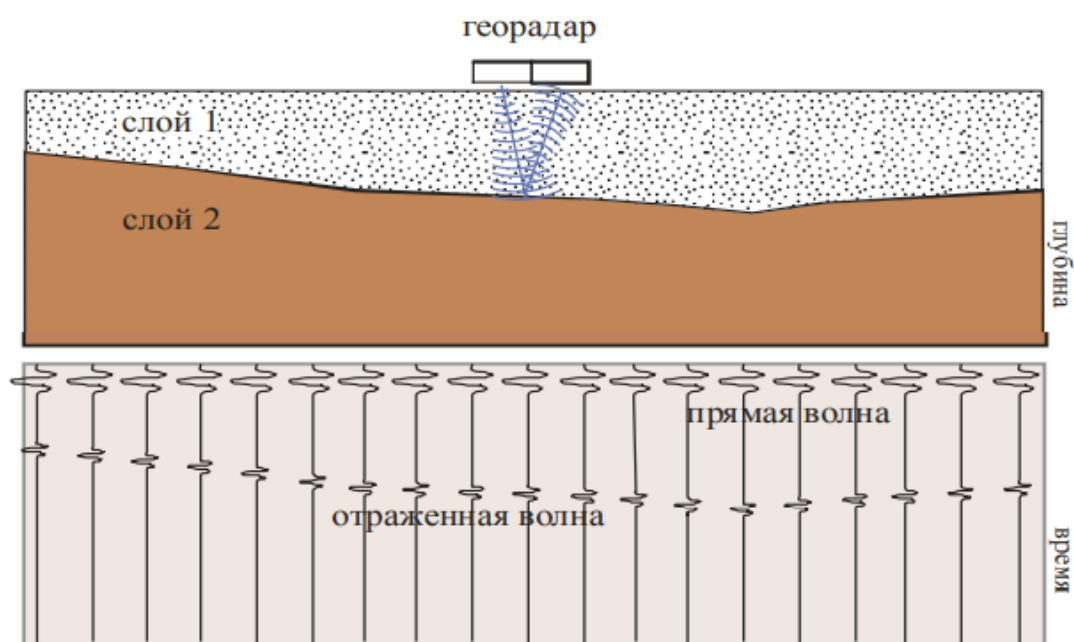


Рис. 5. Принцип действия георадара

Данный метод основан на явлении отражения электромагнитной волны от границы раздела двух сред с разными электрическими свойствами (электропроводностью, диэлектрической проницаемостью).

Работы по измерению проводятся на автомобиле в скоростном режиме с помощью георадара ОКО.

При испытаниях дорожной конструкции производится фиксирование времени, за которое электромагнитная волна преодолет расстояние от источника до границы раздела и вернется к приемнику. Так как скорость распространения электромагнитных волн в разных средах различна, то, определяя время пробега волны, можно установить геометрию слоя и его свойства.

Определить плотность дорожной конструкции можно с помощью ядерных и неядерных электрических датчиков плотности.

Ядерные измерители плотности производят измерения, используя небольшой источник гамма-излучения, расположенного на конце выдвижного стержня. Источник излучения испускает гамма-лучи в асфальтовое покрытие, где они, взаимодействуя с электронами, меняют направление своего движения. Часть из них рассеивается в пространстве, а часть возвращается к датчику. По их количеству определяют плотность дорожной конструкции.

Неядерные датчики обладают преимуществом перед ядерными: в них нет радиоактивных материалов и не требуют соблюдения высоких мер безопасности, однако они также обладают меньшей точностью по сравнению с ядерными. Данные датчики посылают электрический ток через дорожное покрытие, тем самым создавая электрическое поле. Фиксируя, как реагирует покрытие на это поле, датчик определяет плотность.

При правильном применении методы неразрушающего контроля позволяют обеспечить эффективный контроль качества дорожной конструкции. Однако на практике нередко приходится сталкиваться с тем, что рабочие, производящие контроль плохо знакомы с оборудованием, порядком его калибровки и проведения испытания, не умеют правильно интерпретировать полученные данные. Поэтому важно следить за тем, чтобы лица, допущенные к проведению испытаний, были должным образом обучены.

Библиографический список:

1. ОДМ 218.4.039-2018. Рекомендации по диагностике и оценке технического состояния автомобильных дорог : отраслевой дорожный методический документ : издание рекомендательное : утвержден и введен в действие распоряжением Федерального дорожного агентства от 04 июля 2018 г. N 2481-р : введен взамен ОДН 218.0.006-2002 : дата введения 2018-07-04. – Москва : ФГУП «Информавтодор», 2018. – 64 с.

2. Тиратурян А.Н. Мониторинг состояния нежестких дорожных конструкций на основе анализа диссипативных процессов при их деформировании : дис. ... д-ра техн. наук : 05.23.11 / Тиратурян Артем Николаевич. – Ростов-на-Дону, 2020. – 336 с.

3. Nondestructive pavement evaluation tools – URL: https://translate.google.com/website?sl=en&tl=ru&hl=ru&anno=2&prev=search&u=http://onlinepubs.trb.org/onlinepubs/nchrp/nchrp_rpt_626.pdf (дата обращения 30.04.2022).

4. Mark R. Baker, Kevin Crain, Soheil Nazarian. Seismic pavement analyzer: operations manual with technical specifications. – National Academy of Sciences – URL: <https://onlinepubs.trb.org/onlinepubs/shrp/SHRP-H-374.pdf> (дата обращения 30.04.2022)

Bobkin A.A. Modern methods of non-destructive testing of flexible road structures

УДК 625.7:69.05

МЕТОДИКА ПРОГНОЗИРОВАНИЯ УРОВНЯ СОДЕРЖАНИЯ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ

Боровик А.В. (гр. АД-1-18), Боровик А.В. (гр. ОТИ-1-19),
Лепехина Д.М. (гр. ТГВ-1-20)

Научный руководитель – канд. техн. наук Боровик В.В.

Волгоградский государственный технический университет

Проводится анализ действующей в РФ нормативной базы по оценке уровня содержания автомобильных дорог. Показывается некорректность действующего подхода, не учитывающего системное взаимодействие факторов оценки уровня содержания. Результаты такой оценки не позволяют с достаточной точностью планировать и организовывать работы по содержанию и ремонту дороги. Даются предложения по совершенствованию действующей нормативной базы. Основными преимуществами предлагаемой методики являются объективность оценки и возможность выделения участков дороги, требующих проведения работ по содержанию в первую очередь на основе многофакторного анализа, учитывающего взаимосвязь и взаимозависимость факторов.

An analysis is made of the current regulatory framework in the Russian Federation for assessing the level of maintenance of highways. It shows the incorrectness of the current approach, which does not take into account the systemic interaction of factors for assessing the level of content. The results of such an assessment do not allow planning and organizing work on the maintenance and repair of the road with sufficient accuracy. Proposals are made to improve the current regulatory framework. The main advantages of the proposed methodology are the objectivity of the assessment and the possibility of identifying road sections that require maintenance and repair work, primarily on the basis of a multivariate analysis that takes into account the relationship and interdependence of factors.

Введение

Оценка уровня содержания автомобильных дорог — это показатель, отражающий эксплуатационное состояние конструктивных элементов автомобильной дороги, которое определяется полнотой и качеством требований ОДМ 218.11.004-2020. Выполнение работ (оказание услуг) по содержанию автомобильных дорог в весенне-летне-осенний и зимний периоды года. определяется степень соответствия нормативным требованиям фактических потребительских свойств автомобильных дорог, их основных параметров и характеристик [1-6].

В соответствии с действующими нормативными документами [3,6], приемка результатов выполненных работ по содержанию автомобильных дорог осуществляется организациями в соответствии с условиями заключенного контракта на их выполнение путем оценки качества и уровня их содержания.

По полноте оцениваемых элементов или показателей выделяют методы оценки [1,9]: отдельных элементов, параметров, характеристик или показателей (методы отдельной оценки); группы элементов, параметров, физических характеристик или показателей; комплекса, т.е. всех или большинства основных элементов, параметров, характеристик или показателей (методы комплексной оценки).

По степени объективности оценки выделяют методы оценки: субъективные, или визуальные (основанные на результатах визуального осмотра дороги и дорожных сооружений специалистами-экспертами. При этом различают визуальную диагностику, т.е. сбор информации о видимых параметрах и характеристиках состояния дороги и визуальную оценку состояния, т.е. сравнение этих характеристик с нормативными требованиями); объективные (основанные на результатах измерений параметров и характеристик дорог и дорожных сооружений, выполняемых при помощи приборов, установок и передвижных лабораторий); смешанные (часть параметров и характеристик оценивается по результатам визуального осмотра, а часть — по результатам объективных измерений) [7,8].

По числу критериев или показателей оценки выделяют методы оценки [1,2,10]: однокритериальные; многокритериальные.

Наибольший интерес представляют многофакторные методы. Целью исследования является определение значений уровня содержания

автомобильной дороги на основе многофакторного анализа, в котором выявляются наиболее влияемые факторы во взаимосвязи и взаимозависимости.

Материалы и методы

1. Инструментом определения значения уровня содержания автомобильных дорог предлагается цифровая модель вида:

$$P = \left(\sum_{i=1}^n F_i^{\alpha_i} / i \right) \cdot 100\% , \quad (1)$$

где P – значение рейтинга предприятия, сформированного на основе определения факторов F , влияющих на эффективность производственного процесса. Для каждого фактора F установлен весовой показатель α , отражающий влияние соответствующего фактора на рейтинг P .

2. Из результатов производственного опыта [5,7,10], факторами F , наиболее влияющими на итоговый показатель рейтинга, выбраны:

2.1. Наличие и состав квалифицированных кадров.

2.2. Опыт работы.

2.3. Наличие и оснащение материально-технической базы,

2.4. Наличие службы контроля качества

2.5. Количество ДТП по НДУ.

2.6. Степень соответствия парка дорожной техники нормативам по содержанию автомобильной дороги.

2.7. Уровень взаимодействия предприятия с системой МВД в части ведения претензионной работы и обеспечения сохранности автомобильной дороги.

2.8. Уровень технического оснащения оборудованием, позволяющим реализовать передовые и перспективные технологии производства работ.

Таблица 1

Значения фактора F и весового коэффициента α .

	Наименование фактора	Характеристика	Значение P	Значение α
1	Наличие и состав квалифицированных кадров, соответствующих паспорту специальности «Автомобильные дороги»	100-0%	1-0	1,5
2	Опыт работы в сфере содержания а/д	Свыше 6 лет 3-6 лет менее 3 лет	1 0,66 0,33	2 2 2
3	Наличие и оснащение материально-технической базы	1. Условия быта и отдыха 2. АБЗ 3. РММ 4. Теплые стоянки	0,25 0,25 0,25 0,25	3 3 3 3

4	Наличие службы контроля качества(лаборатория)	Штатная По договору	1 0,5	2 2
5	Количество ДТП по НДУ	есть нет	0 1	2 2
6	Степень соответствия парка дорожной техники нормативам по содержанию а/д	100-0%	1-0	3
7	Уровень взаимодействия предприятия с системой МВД в части ведения претензионной работы и обеспечения сохранности а/д	0-10	0-1	2
8	Уровень технического оснащения оборудованием, позволяющим реализовать передовые и перспективные технологии производства работ	0-4	0-1	1,5

Расчет

Пример сравнительного анализа дорожного предприятия на основании расчета рейтинга:

Таблица 2

Характеристики ДРСУ «А»

	Наименование фактора	Характеристика	Значение <i>P</i>	Значение <i>α</i>
1	Наличие и состав квалифицированных кадров, соответствующих паспорту специальности «Автомобильные дороги»	100%	1	1,5
2	Опыт работы в сфере содержания а/д	Свыше 6 лет	1	2
3	Наличие и оснащение материально-технической базы	Обеспечены 100%	1	3
4	Наличие службы контроля качества(лаборатория)	Штатная	1	2
5	Количество ДТП по НДУ	нет	1	2
6	Степень соответствия парка дорожной техники нормативам по содержанию а/д	100-0%	1	3
7	Уровень взаимодействия предприятия с системой МВД в части ведения претензионной работы и обеспечения сохранности а/д	10	1	2
8	Уровень технического оснащения оборудованием, позволяющим реализовать передовые и перспективные технологии производства работ	4	1	1,5

$$P = (1^{1,5} + 1^2 + 1^3 + 1^2 + 1^2 + 1^3 + 1^2 + 1^{1,5}) / 8) \cdot 100\% = 100\%$$

Таблица 3

Характеристики ДРСУ «В»

	Наименование фактора	Характеристика	Значение <i>P</i>	Значение <i>α</i>
1		100%	1	1,5
2	Опыт работы в сфере содержания а/д	Свыше 6 лет	1	2
3	Наличие и оснащение материально-технической базы	1.Условия быта и отдыха	0,25	3
		2.АБЗ	нет	3
		3.РММ	0,25	3
		4.Теплые стоянки	0,25	3
		Обеспечение 75%	0,75	0,317
4	Наличие службы контроля качества(лаборатория)	По договору	0,5	2 0,25
5	Количество ДТП по НДУ	нет	1	2
6	Степень соответствия парка дорожной техники нормативам по содержанию а/д	76%	0,76	3 0,334
7	Уровень взаимодействия предприятия с системой МВД в части ведения претензионной работы и обеспечения сохранности а/д	5	0,5	2 0,25
8	Уровень технического оснащения оборудованием, позволяющим реализовать передовые и перспективные технологии производства работ	2	0,5	1,5 0,25

$$P = (1^{1,5} + 1^2 + 0,317 + 0,25 + 1 + 0,334 + 0,25 + 0,25) / 8) \cdot 100\% = 55,1\%$$

Результат

Рейтинг ДРСУ «А»:

$$P = (1^{1,5} + 1^2 + 1^3 + 1^2 + 1^2 + 1^3 + 1^2 + 1^{1,5}) / 8) \cdot 100\% = 100\%$$

Рейтинг ДРСУ «В»:

$$P = (1^{1,5} + 1^2 + 0,317 + 0,25 + 1 + 0,334 + 0,25 + 0,25) / 8) \cdot 100\% = 55,1\%$$

Рейтинг ДРСУ «А» имеет более высокий уровень.

Выводы

На основе анализа действующей в РФ нормативной базы и результатов исследований других авторов, посвященных оценке уровня содержания автомобильных дорог показаны недостатки действующих подходов. Даются предложения по совершенствованию действующей нормативной базы. В качестве примера выполнен расчет рейтинга двух дорожных предприятия на основе цифрового моделирования, который позволяет определить предприятие, способное обеспечить наиболее высокий уровень содержания автомобильной дороги. Предлагаемая методика позволяет существенно повысить уровень содержания дорог за счет прогнозирования возможностей предприятия выполнить производственное задание с качеством, обеспечивающим нормативные требования.

Библиографический список:

1. ОДМ 218.11.004-2020. Отраслевой дорожный методический документ. Методические рекомендации по порядку проведения оценки уровня содержания автомобильных дорог общего пользования Федерального значения. Росавтодор. 2020.
2. Горский М.Ю. Основные положения новых межгосударственных стандартов на измерение параметров покрытия // Техническое регулирование в дорожном хозяйстве. Методическое пособие. М., 2014.
3. Живописцев И.Ф. Основные положения межгосударственного стандарта ГОСТ «Дороги автомобильные общего пользования. Требования к эксплуатационному состоянию» // Техническое регулирование в дорожном хозяйстве. Методическое пособие. М., 2014.
4. ТС 014/2011. Безопасность автомобильных дорог. Технический регламент Таможенного союза. М., 2011.
5. Совершенствование структуры отраслевой диагностики автомобильных дорог / С.П. Аржанухина [и др.] // Интернет-журнал «Науковедение». 2012. № 4(13).
URL: <http://naukovedenie.ru/PDF/44tvn412.pdf>.
6. Скоробогатченко Д.А. Прогнозирование изменения транспортно-эксплуатационного состояния автомобильных дорог при планировании ремонта и содержания: Автореф. дис. канд. техн. наук. - Волгоград, 2003. -22 с.
7. Барсук М.Н. Совершенствование методов и средств оценки технического состояния автомобильных дорог по геометрическим и эксплуатационным параметрам. Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук. Специальность 05.23.11. 2013. <https://www.dissercat.com/content/sovershenstvovanie-metodov-i-sredstv-otsenki-tekhnicheskogo-sostoyaniya-avtomobilnykh-dorog->
8. Углова Е.В. Тиратурян А.Н., Шамраев Л.Г. Современный подход к оценке транспортно-эксплуатационных показателей автомобильных дорог государственной компании «Российские автомобильные дороги». 2016. DOI: 10.17273/CADGIS.2016.1.7 <https://cyberleninka.ru/article/n/sovremennyy-podhod-k-otsenke-transportno-ekspluatatsionnyh-pokazateley-avtomobilnyh-dorog-gosudarstvennoy-kompanii-rossiyskie>
9. V.S. Borovik Modeling in Space and Time of Management Level for Road Safety / Borovik V.S, Borovik V.V., Lukin V.A. //Transportation Research Procedia. Volume 20, 2017, Pages 74–79. Oxford, OX5 1GB, United Kingdom.
[https://authors.elsevier.com/sd/article/S2352-1465\(17\)30017-0](https://authors.elsevier.com/sd/article/S2352-1465(17)30017-0)

10. Временное руководство по оценке уровня содержания автомобильных дорог. Федеральная дорожная служба России. Минтранс РФ. М., 2003.

Borovik A.V., Borovik A.V., Lepekhina D.M. Method for forecasting the level of maintenance of roads

УДК 624.131:622.271.33

РАСЧЕТ УСТОЙЧИВОСТИ ОДНОРОДНОГО И СЛОИСТОГО ГРУНТОВОГО МАССИВА ПРИ УПРУГО-ПЛАСТИЧЕСКОМ РАСПРЕДЕЛЕНИИ НАПРЯЖЕНИЙ

Воробьева А.Д. (гр. СУЗ-1-17)

Научный руководитель – канд. техн. наук, доцент Туманов С.Л.

Волгоградский государственный технический университет

Установлено, что при наличии в грунтовом массиве однородного и слоистого откосов в пластических областях коэффициент устойчивости, определенный с использованием упругой и упруго-пластической задач, практически одинаков.

It has become clear, that the coefficient of elasticity and homogeneity are the same both in elastic and flexible field of soil tract.

Известно, что в реальных условиях в наиболее важных для практики случаях (при коэффициенте устойчивости K , близкого к единице) в грунтовом массиве откоса дорожной насыпи имеются упругие и пластические области. Следовательно, если пластические области имеются, для определения напряжений необходимо использовать упруго-пластические решения.

В работе [1] для условия предельного равновесия в форме прямолинейной огибающей наибольших кругов напряжений приведено приближенное решение упруго-пластической задачи для случая однородных и слоистых откосов с оценкой точности удовлетворения уравнений равновесия и граничных условий. При этом сделано два допущения: поверхность разрушения в пластической области изменяет свое положение незначительно; вертикальные напряжения, полученные из упругого решения, с появлением пластической области не изменяются. В частности, получены формулы для вычисления горизонтальных и касательных безразмерных напряжений (в долях γH) в пластической области:

$$\delta_y = \frac{\delta_x(1-m) - \lambda m}{1+m};$$
$$\tau_{xy} = \frac{0,5m(2\delta_x + \lambda)tg 2\alpha}{1+m},$$
(1)

где σ_x ; σ_y ; τ_{xy} – вертикальная, горизонтальная и касательная составляющие напряжений; γ и ρ – объемный вес и угол внутреннего трения грунта; H – высота откоса; $m = \sin \rho \cos 2\alpha'$; $\alpha' = \alpha - (45^\circ + 0,5\rho)$.

На рисунке 1 для угла откоса $\alpha = 60^\circ$ среднего значения коэффициента бокового распора $\mu = 0,75$ и параметра устойчивости $\lambda = 0,2$ построена наиболее вероятная поверхность разрушения AB , эпюры удерживающих и сдвигающих касательных сил, действующих вдоль этой поверхности, где $\lambda = \frac{2c}{\gamma H \operatorname{tg} \rho}$, c – коэффициент сцепления грунта.

Кривые CD и BF соответствуют эпюрам удерживающих, деленных на $\operatorname{tg} \rho$, и сдвигающих сил. Частное от деления площадей $ABCD$ и ABF определяет величину коэффициента устойчивости для всего откоса уступа $K = 2,02 \operatorname{tg} \rho$. Это равенство позволяет найти значение угла внутреннего трения ρ при любом значении K . В частности, при $\rho = 26^\circ$, $K = 1$, при $\rho = 36^\circ$, $K = 1,52$. Кривые EF и NM – эпюры удерживающих сил при $K = 1,52$; 1. Эпюра сдвигающих сил, определенная из упругого решения, при любом значении K совпадает с кривой BF .

Таким образом, из рисунка видно, что при $K > 1,52$ ($\rho = 36^\circ$) в приоткосной зоне в рассматриваемом случае нет предельной области, т.е. упругое решение справедливо. При уменьшении от 1,52 до 1 имеется предельная область и упругое решение, строго говоря, становится неверным.

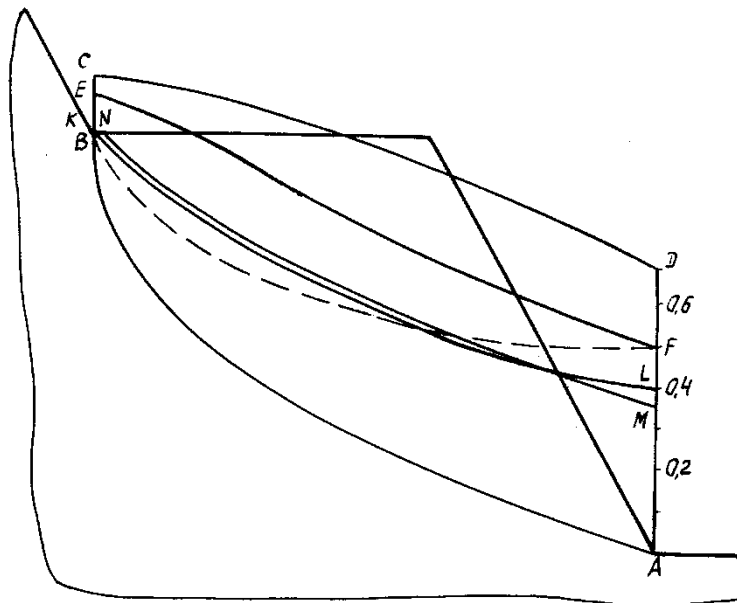


Рис. 1. Эпюры удерживающих и сдвигающих сил

Для исследований применим решение смешанной задачи [1]. Предполагаем, как указывалось выше, что поверхность AB , определенная из упругого решения, в пластической области изменит свое положение незначительно, и так как рассматривается предельное состояние откоса, естественно считать, что пластическая область распространяется до точки B , то есть участок линии разрушения AB находится в этой области.

Проанализируем изменение напряжений с переходом откоса в предельное состояние. На рис. 2 построены эпюры напряжений вдоль поверхности разрушения при $\rho = 26^\circ$, т.е. при $K = 1,0$. Пунктирными

линиями обозначены эпюры, полученные из пластического решения с использованием формул (1), сплошными – из упругого. Из рисунка видно, что при переходе откоса в предельное состояние в приоткосной зоне горизонтальные напряжения возрастают, а касательные убывают. В средней части линии разрушения они близки к напряжениям, полученным из упругого решения. С приближением к дневной поверхности горизонтальные и касательные напряжения резко уменьшаются.

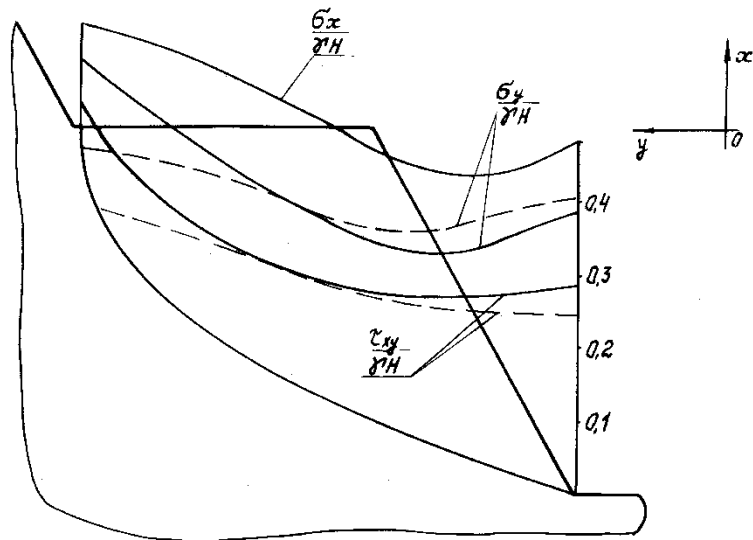


Рис. 2. Эпюры безразмерных напряжений

Используя найденные напряжения, вычислим удерживающие и сдвигающие силы при $K = 1,0$, действующие вдоль линии разрушения. Удовлетворение условию пластичности

$$\sqrt{(\delta_x - \delta_y)^2 + 4\tau_{xy}^2} = (\delta_x + \delta_y + \lambda) \sin \rho \quad (2)$$

автоматически делает равными удерживающие и сдвигающие силы с использованием выражений (1). На рис. 1 кривая KL эпюра указанных сил, т.е. удерживающие и сдвигающие силы, определенные из пластического решения, практически совпадают с удерживающими силами, определенными из упругого решения. Картина распределения сдвигающих сил при пластическом решении (кривая KL) значительно отличается от аналогичной картины соответствующей упругому решению (кривая BF), но сумма сдвигающих сил при том и другом решениях одинакова (площадь ABF равна площади AKL).

Значит упругое и пластическое решения при переходе однородного откоса в предельное состояние дают одинаковые значения коэффициентов устойчивости $K = 1,0$.

При решении упругопластических задач для слоистых откосов возможны три случая: 1) наиболее вероятная поверхность разрушения пересекает слои; 2) полностью совпадает с контактной зоной слоёв; 3) частично совпадает с контактными зонами слоёв.

В первом случае решение упруго-пластической задачи реализуется подобно решению, выполненному для однородных откосов. Разница состоит в том, что при построении наиболее вероятных поверхностей скольжения, напряжения определяются решением задач теории упругости для слоистых откосов и, так как слои имеют разные физико-механические характеристики, параметр устойчивости является функцией координат точек приоткосной зоны. Очевидно, что в таком случае (аналогично, как и для однородных откосов) величина коэффициента устойчивости, вычисленная из решения упругой и упругопластической задачи, практически одинакова.

Если поверхность разрушения полностью проходит по контакту слоёв, то в каждой её точке известно положение площадки разрушения. Поэтому при решении задачи в этом случае остаётся одно допущение, состоящее в том, что с появлением в приоткосной зоне пластической области вертикальная составляющая напряжений почти не изменяется и определяется решением соответствующих задач теории упругости для слоистых откосов.

При частичном совпадении поверхности разрушения с контактом слоёв решение упруго-пластической задачи представляет, очевидно, комбинацию решений, рассмотренных в первых двух случаях.

Решение последней задачи дало результаты, качественно совпадающие с аналогичными результатами, полученными для однородных откосов.

Установлено, что значительное влияние на устойчивость откосов оказывает величина коэффициента бокового давления грунта (как для одноступенчатых, так и многоступенчатых).

На рис. 3 представлена расчётная схема грунтовой выемки с углом откоса $\beta = 35^\circ$ и уступами, каждый из которых имеет угол заложения $\alpha = 60^\circ$.

Принято полагать что, накладываемые на расчетную конечно-элементную схему, граничные условия практически не влияют на распределение напряжений, при удалённости границ расчетной области от ее исследуемой части не менее чем на 6 максимальных размеров этой области. Таким образом горизонтальный размер модели принят равным $\left(12 + \frac{1}{\operatorname{tg}\beta}\right)H$, а вертикальный – $7H$ (H – высота откоса). Грунтовой массив, вмещающий откос с уступами, сложен слоями пород, «падающими» в сторону выемки. Принято, что наиболее вероятная поверхность разрушения полностью совпадает с контактом слоёв, а угол наклона контактной поверхности в каждом рассматриваемом случае равен углу наклона откоса.

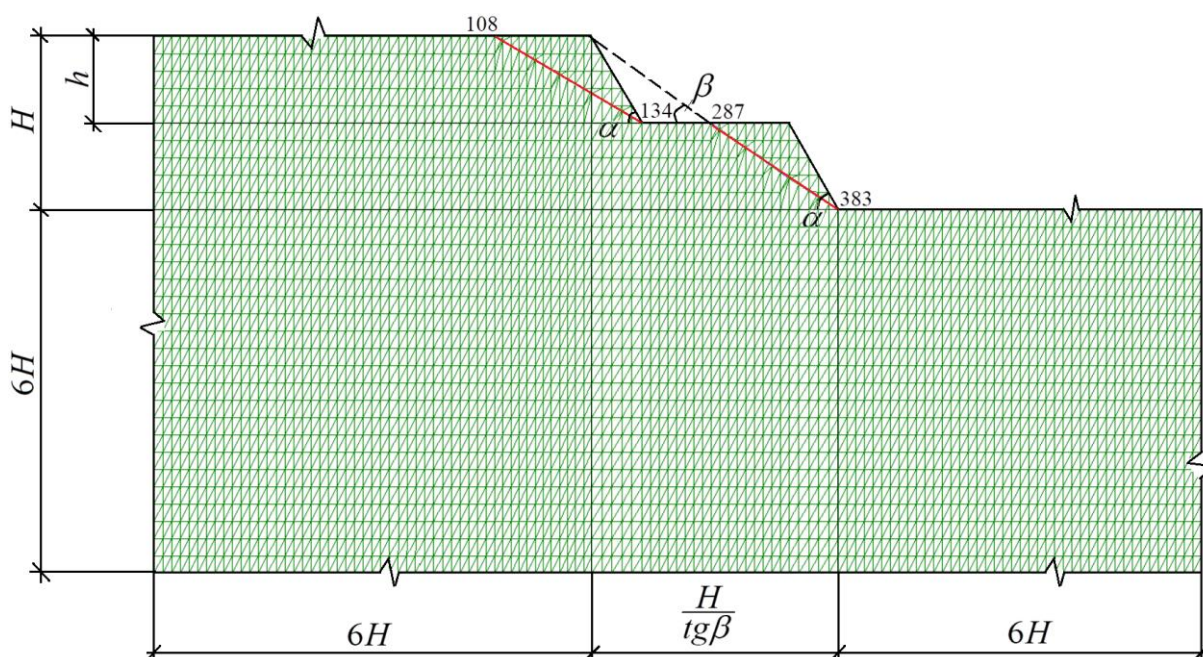


Рис. 3. Схема к расчёту устойчивости уступов двухступенчатого борта при $\beta = 35^\circ$; $\alpha = 60^\circ$

На представленной схеме контакт слоёв проходит через точки 108-134 и 287-383, то есть поперечное сечение верхнего слоя треугольник, нижнего – вся остальная область.

Пусть E_1 и ζ_{01} – соответственно модуль упругости и коэффициент бокового давления грунта верхнего слоя, а E_2 и ζ_{02} – нижнего. Примем следующие значения указанных характеристик: $E_1: E_2 = 0,1$; $\zeta_{01} = 0,75$; $\zeta_{02} = 0,3$.

Для анализа напряжённо-деформированного состояния приоткосной зоны с учётом областей пластических деформаций в рассматриваемом грунтовом массиве и определения коэффициента устойчивости двухслойного уступа применён метод конечных элементов (МКЭ) формализованный в компьютерной программе. Вопрос сходимости решён посредством сравнения результатов, полученных посредством МКЭ для расчётной схемы однородного грунтового массива, с соответствующими результатами, полученными по методике, основанной на точном решении задач теории упругости для весомой изотропной полуплоскости с трапециевидными вырезами по её границе [1], аналогично тому, как это сделано в работах [2]. Кроме того, проверка адекватности выбора размеров расчетной модели проводилась при помощи сопоставления численных значений напряжений в различных ее точках, вычисленных при помощи метода конечных элементов, с численными значениями соответствующих напряжений, вычисленных на основе использования методов теории функций комплексного переменного.

Анализ результатов

На рис. 4 приведены эпюры распределения безразмерных напряжений вдоль контакта слоёв, полученные из решения задач теории упругости

приведены (сплошные линии). Величина коэффициента устойчивости для принятых характеристик грунтов:

$$\frac{K}{\operatorname{tg}\beta} = 5,53\lambda + 1,1 \quad (3)$$

Значение угла внутреннего трения принимаем $\varphi = 13^\circ$. Полагая в формуле (3) $K = 1$, можно определить значение параметра устойчивости $\lambda = 0,587$, при котором откос находится в предельном состоянии.

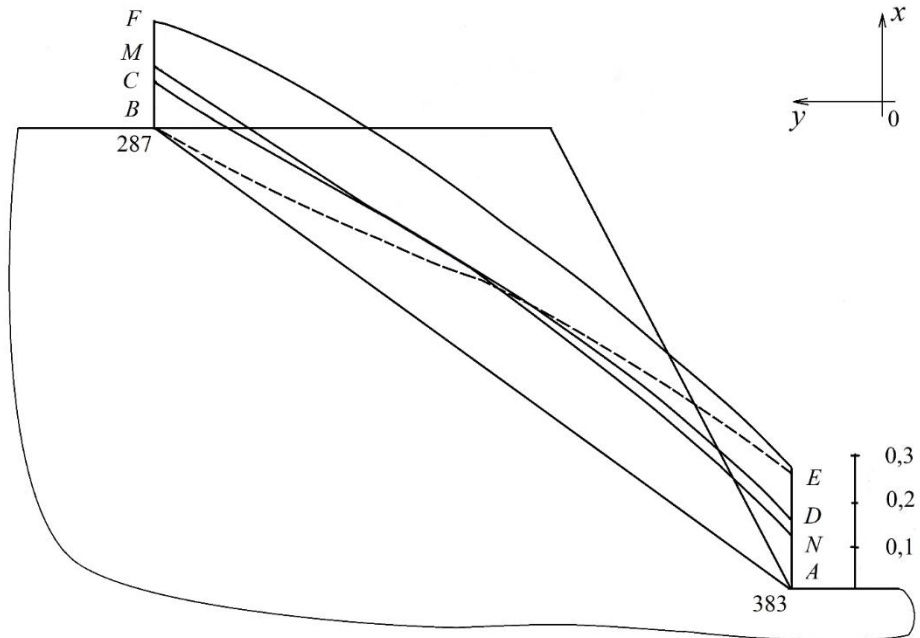


Рис. 4. Эпюры удерживающих и сдвигающих сил

На рис. 4 указаны эпюры удерживающих и сдвигающих сил, построенные по напряжениям, определённым из упругого решения при $\varphi = 13^\circ$ и $\lambda = 0,587$ (кривые CD и BE), действующих вдоль контакта слоёв. Наименьшее значение коэффициента устойчивости соответствует точке 360. приравнявая в этой точке удерживающие и сдвигающие силы при $\varphi = 13^\circ$, получим $\lambda = 1,31$. Определённые два значения параметра λ позволяют вычислить по формуле (2) высоту борта карьера $H_{пр.}$ при которой нижний уступ ($h_{пр.} = 0,5H_{пр.}$) находится в предельном состоянии ($(h_{пр.} = 8,76C\gamma^{-1}; K = 1)$ и $h_{уп.} = 3,93C\gamma^{-1}$, при которой в приоткосной зоне нет областей пластических деформаций (при $\lambda = 1,31; K = 1,9$). Таким образом, при высоте нижнего уступа $h \leq h_{пр.}$ ($K \geq 1,9$) в приоткосной зоне не может возникнуть областей пластических деформаций, а значит справедливо упругое решение [2]. При $h_{уп.} < h \leq h_{пр.}$ ($1 \geq K > 1,9$) в приоткосной зоне имеется область пластических деформаций и следует при определении устойчивости использовать решение упруго-пластической задачи [8].

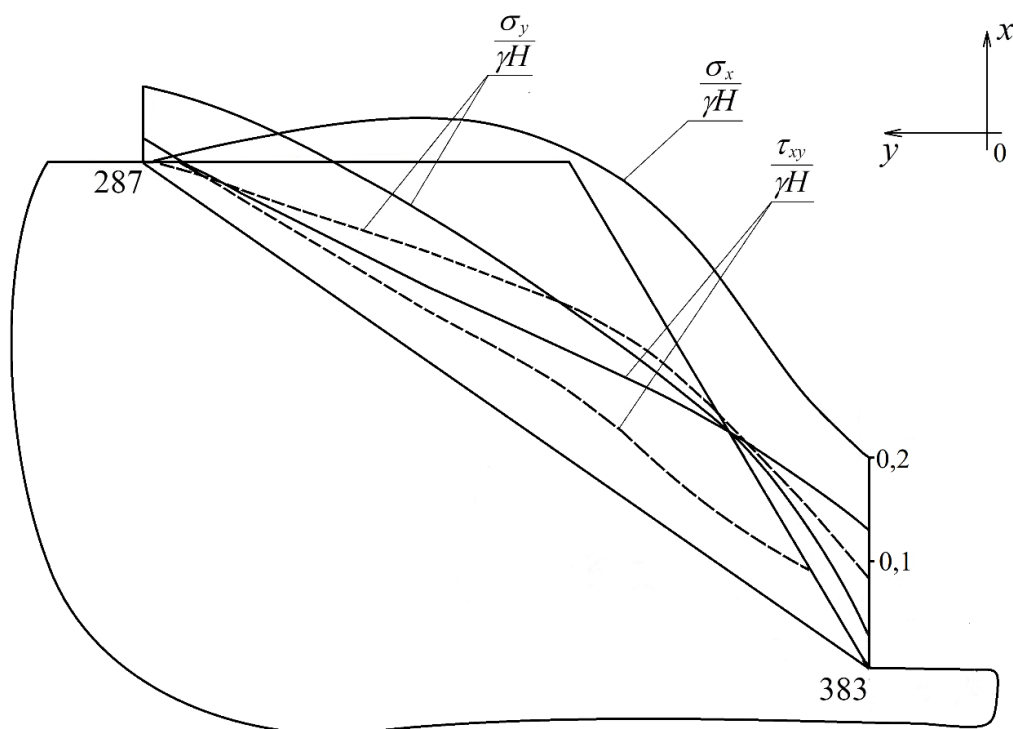


Рис. 5. Эпюры безразмерных напряжений

Рассмотрим предельное состояние уступа ($\varphi = 13^\circ$; $\lambda = 0,587$). Напряжения в точках поверхности разрушения определяются посредством формул.

Сравнение величин напряжений показывает, что с появлением пластической области и переходом откоса в предельное состояние, горизонтальные и касательные составляющие напряжений значительно перераспределяются. Касательные составляющие напряжений убывают практически вдоль всего контакта, горизонтальные составляющие в приоткосной области выше, чем полученные из упругого решения, но по мере удаления от этой зоны в массиве они становятся близки к ним. С приближением к дневной поверхности горизонтальные составляющие резко уменьшаются.

При использовании значений полученных напряжений, построены эпюры безразмерных удерживающих и сдвигающих сил, указанные на рис. 5, из которого заметно, что удерживающие силы, определённые решением смешанной задачи (кривая MN), практически совпадают с удерживающими силами, определёнными упругим решением (кривая CD). Картина распределения сдвигающих сил при различных решениях выглядит по-разному, однако сумма этих сил, действующих вдоль всей поверхности разрушения одинакова (отличие величин составляет 4%). Значит упругое и упруго-пластическое решение при переходе грунтового массива в предельное состояние дают одинаковые значения сумм удерживающих и сдвигающих сил, а следовательно и величин коэффициентов устойчивости откоса.

Исследования, проведённые для слоистых откосов с другими физико-механическими характеристиками грунта, дали аналогичные результаты.

Библиографический список:

1. Цветков, В.К. Расчет устойчивости двухслойных уступов бортов карьеров / В.К. Цветков, С.Л. Туманов // Известия вузов. Горный журнал. - 1996. - № 7. - С. 25-29;
2. Туманов, С.Л. Расчет устойчивости двухслойных уступов в зависимости от угла наклона борта карьера и их местоположение на его откосе / С.Л. Туманов // Градостроительство : тез. докл. по итогам науч.-техн. конф. ВолгГАСА / ВолгГАСА. - Волгоград, 1996. - С. 38.;
3. Tsvetkov V.K., Bogomolov A.N. Stability of multilevel terrace of inhomogeneous rock. Journal Of Mining Science 1996. Vol. 32 Iss. 3. pp. 192-196. DOI10.1007/BF02046588;
4. Строкова, Л.А. Калибровка параметров упругости упруго-пластической модели путем моделирования лабораторных испытаний. / Л.А. Строкова // Известия Томского политехнического университета. 2009. Т. 315. № 1. С 87 – 92.;
5. Маскалева, В.В., Мухамадиев, В.Р. Особенности работы слабых глинистых грунтов. / В.В. Маскалева, В.Р. Мухамадиев // Строительство уникальных зданий и сооружений, 2014, №6 (21). - С. 104 – 119.

Vorobyeva A.D., Tumanov S.L. Calculation of stability of homogeneous and layered soil mass under elastic-plastic stress distribution

УДК 624.04

МОДЕЛИРОВАНИЕ АВАРИЙНОЙ СИТУАЦИИ ПРИ ВОЗВЕДЕНИИ ПУТЕПРОВОДА

Гасанов И.Р. (студент 5 курса СМТ)

Научный руководитель – д-р техн. наук, профессор Овчинников И.Г.

*Саратовский государственный технический университет
имени Гагарина Ю.А.*

Рассматривается моделирование процесса аварийного разрушения при возведении путепровода над железной дорогой из-за не учёта стадийности его возведения. Проводится сопоставление с результатами реального расследования аварии.

The modeling of the process of emergency destruction during the construction of an overpass over the railway is considered due to not taking into account the staging of its construction. A comparison is made with the results of a real investigation of the accident.

Известно, что в последнее время интенсивность аварий и разрушений мостовых сооружений возросла. В недавно опубликованной книге [1] отмечается, что:

- разрушения мостов от различных причин происходили в прошлом, происходят в настоящем, и будут происходить в будущем;
- разрушения мостов происходят во всех странах, но там, где мостов больше, разрушений мостов также больше;
- при ухудшении экономического состояния стран количество разрушений мостов возрастает;
- причин для уменьшения числа разрушений мостов пока не видно, мало того ожидается увеличение числа разрушений мостов, эксплуатирующихся длительное время;

- сбор и систематизация данных о разрушениях мостов с целью анализа причин их появления позволит уменьшить количество аварий, снизить тяжесть их последствий;

- уменьшить интенсивность и количество разрушений мостов позволит квалифицированная подготовка инженерных и научных кадров, во время которой изучаются причины аварий и разрушений, а также способы их предотвращения.

В СГТУ имени Гагарина Ю.А. в течение ряда лет читается дисциплина «Аварии транспортных сооружений», по которой выполняется курсовой проект, причем для этой дисциплины было подготовлено учебное пособие [1]. Также отметим, что проблеме разрушения мостов посвящено не такое уж значительное количество русскоязычных публикаций, в то время как за рубежом их значительно больше.

Современные конструкции сталежелезобетонных пролетных строений мостов обычно сооружаются путем монтажа стальных балок и последующего бетонирования железобетонной плиты проезжей части. В процессе своего возведения сталежелезобетонное пролетное строение проходит несколько стадий. Основных стадий - две: начальная (стадия I), когда балка воспринимает нагрузки стальным сечением и конечная (стадия II), на которой балка работает приведенным (сталежелезобетонным) сечением.

В случае, когда процесс бетонирования плиты осуществляют не сразу ("мгновенно") на весь мост, а постепенно дискретными порциями (захватками), жесткость пролетного строения изменяется после бетонирования каждой захватки. В расчетах на воздействия нагрузок от веса плиты, опалубки и вспомогательных устройств для бетонирования следует рассматривать (с позиции приложения и восприятия нагрузок от веса плиты и веса опалубки) промежуточные стадии, при которых часть пролетного строения стальная, а другая часть - сталежелезобетонная. В зависимости от неправильности организации работ по возведению моста возможно наступление аварийной ситуации.

В данной работе моделируется авария путепровода, которая произошла в процессе его сооружения.

В плане путепровод расположен на прямой. Габарит путепровода Г-10,0 м с тротуарами шириной 1,0 м (с обеих сторон). Пролетное строение путепровода запроектировано в виде балочной разрезной системы, с применением главных металлических балок двутаврового сечения, объединенных поверху монолитной железобетонной плитой проезда. Пролетное строение путепровода индивидуального проектирования со схемой 46,0 м состоит из 6 главных металлических балок двутаврового сечения. Metalлоконструкции пролетного строения выполнены из стали 15ХСНД и 15ХСНД-2. Монолитная железобетонная плита проезда толщиной 22 см изготавливается из бетона В30 морозостойкостью F200 и водонепроницаемостью W8.

Дорожная одежда мостового полотна состоит из двухслойного асфальтобетона: нижний слой - горячий плотный мелкозернистый асфальтобетон тип Б, I марки по ГОСТ 9128-2009 – 60 мм, верхний слой – плотный мелкозернистый асфальтобетон тип Б, I марки по ГОСТ 9128-2009 – 50 мм.

Поперечное сечение пролетного строения, представлено на рис. 1.

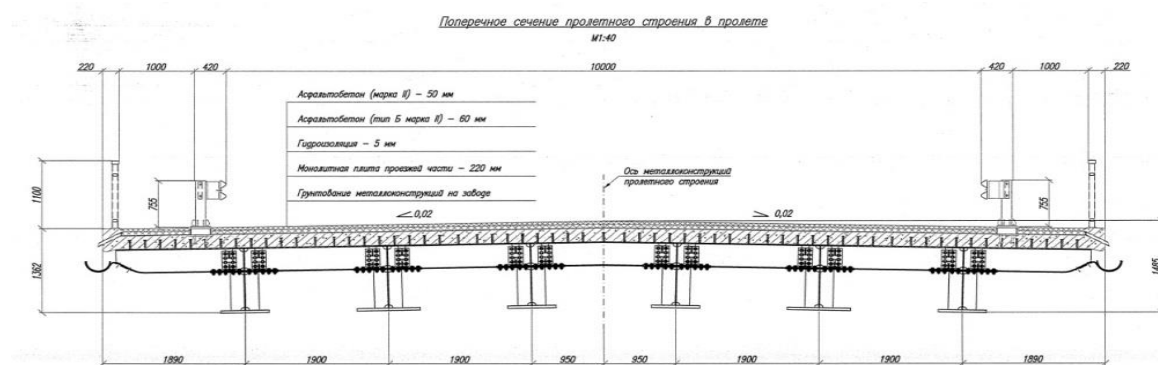


Рис. 1. Поперечное сечение пролетного строения в пролете

Целью моделирования является выявления причин обрушения пролетного строения путепровода. На рис. 2 представлены фотографии с места обрушения. По ним видно, что обрушение произошло на стадии бетонирования плиты пролетного строения.

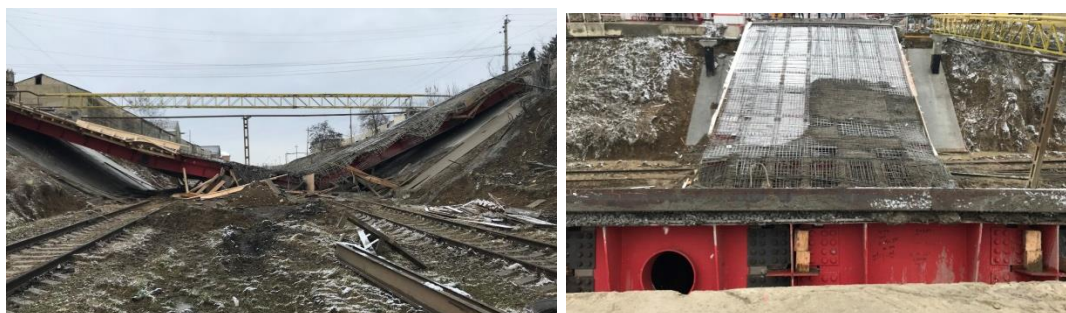


Рис. 2. Вид путепровода после обрушения

При моделировании поведения возводимого путепровода создавалась расчетная модель пролетного строения с использованием метода конечных элементов; учитывалась стадийность работы пролетного строения; определялись напряжения и деформации в элементах пролетного строения. Моделирование производилось для двум вариантам: 1) плита бетонируется одной захваткой (по факту) без временных опор; 2) плита бетонируется одной захваткой с установкой временной опоры в середине пролета.

Расчет пролетного строения выполнен в программном комплексе Midas Civil, основанном на методе конечных элементов.

При моделировании по 1 варианту (без временной опоры) были определены напряжения в верхних и нижних поясах главных балок до бетонирования, во время бетонирования, по окончании бетонирования, рассчитаны напряжения от постоянных и временных нагрузок на стадии

эксплуатации пролетного строения. Результаты моделирования пролетного строения по варианту 1 приведены в таблице 1.

Таблица 1

№ п.п.	Тип нагрузки	Напряжения в верхних поясах главных балок, кг/см ²		Напряжения в нижних поясах главных балок, кг/см ²		Деформации, (прогиб в середине пролета), мм
		Норм.	Расч.	Норм.	Расч.	
1	Металл + опалубка	1529	1682	619	681	172
2	Металл + опалубка+ укладка монолитного бетона	4167	<u>4584</u>	1689	1858	471
3	Металл + опалубка+ плита проезжей части	4162	<u>4578</u>	1673	1840	469
4	Постоянные нагрузки (металл+плита проезжей части + мостовое полотно)	4267	<u>4731</u>	2053	2395	510
5	Временные нагрузки	232	355	877	1422	93
6	Суммарные (постоянные+временные)	4476	<u>5074</u>	2928	<u>3816</u>	603

При моделировании по варианту 2 (с учетом временной опоры) были определены напряжения в верхних и нижних поясах главных балок до бетонирования, во время бетонирования, по окончании бетонирования и от постоянных и временных нагрузок на стадии эксплуатации пролетного строения. В таблице 2 приведены результаты моделирования.

Таблица 2

№ п.п.	Тип нагрузки	Напряжения в верхних поясах главных балок, кг/см ²		Напряжения в нижних поясах главных балок, кг/см ²		Деформации, (прогиб в середине пролета), мм
		Норм.	Расч.	Норм.	Расч.	
1	Металл + опалубка	367/-225	403/-247	96/-182	105/-200	- (временная опора)

2	Металл + опалубка+ укладка монолитного бетона	1095/-683	1204/-751	290/-536	319/-589	- (временная опора)
3	Металл + опалубка+ плита проезжей части	741/-827	815/-909	1178	1296	- (временная опора)
4	Постоянные нагрузки (металл+плита проезжей части + мостовое полотно)	636/-891	662/-1003	1561	1855	162
5	Временные нагрузки	189/-232	208/-355	877	1422	92
6	Суммарные (постоянные+временные)	638/-1032	664/-1235	2439	2951	254

Также было проведено моделирование пролетного строения на стадии бетонирования по исполнительной съемке фактически уложенного бетона, при котором произошло обрушение. При наличии напряжений на данной стадии, в верхнем поясе 4660 кг/см^2 , в нижнем 1248 кг/см^2 и при отсутствии таких признаков потери прочности металла как площадка текучести и трещины в верхних поясах главных балок, можно сделать вывод что имела место потеря устойчивости верхнего пояса, которая наступила раньше потери прочности. На рис. 3 показана расчетная картина деформирования верхнего пояса и картина, обнаруженная в процессе расследования причин разрушения.

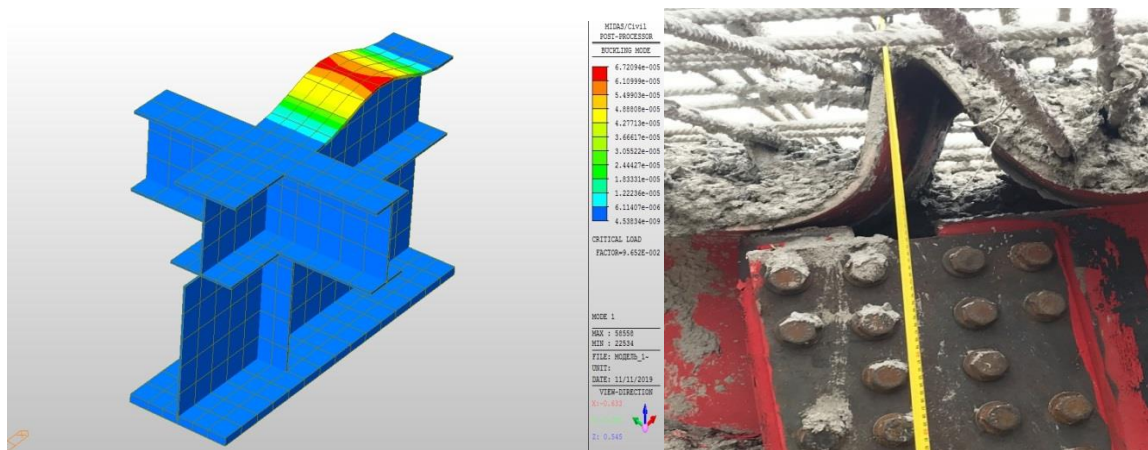


Рис. 3. Моделирование потери устойчивости верхнего пояса главной балки (слева) и реальная картина выпучивания верхнего пояса

Анализ результатов численного моделирования показал, что бетонирование плиты пролетного строения возможно **только с учетом временной опоры**.

Запроектированных сечений главных балок, а именно верхнего пояса, недостаточно для бетонирования плиты одной захваткой без снижения напряжений за счет временной опоры. Напряжения при монтаже в данном случае достигают 4584 кг/см^2 , а в виду того, что в сталежелезобетонных пролетных строениях напряжения от каждой стадии суммируются, то на стадии эксплуатации они достигнут 5074 кг/см^2 . Допускаемое же напряжение на нормальную эксплуатацию для стали 15ХСНД, составляет 2950 кг/см^2 .

По результатам обследования обрушения путепровода было установлено, что потери прочности верхнего пояса не выявлено, а именно отсутствуют такие признаки как наличие трещин и площадок текучести.

Но были выявлены деформации (схлопывание) верхних поясов главных балок в зоне монтажных стыков. По этим признакам можно предположить, что потеря устойчивости верхнего пояса наступила раньше потери прочности, из-за отсутствия сварных швов между стенками и верхними поясами.

Был произведен расчет на общую устойчивость при отсутствии объединения сечения главных балок, и при фактической заливке бетонной смеси на основе исполнительной съемки.

Расчет показал, что в стыках 3-го блока (Ст2 и Ст3), происходит потеря устойчивости верхнего пояса в вертикальной плоскости, что соответствует результатам обследования. Местная потеря устойчивости пояса исключает нормальную работу конструкции.

Следовательно основной причиной обрушения пролетного строения путепровода являются несоответствие технологии укладки бетонной смеси устойчивости элементов запроектированных металлоконструкций, о чем свидетельствуют сверхнормативные напряжения (свыше 2950 кг/см^2 для стали 15ХСНД) в элементах пролетного строения и отсутствие сварных швов в монтажных стыках главных балок (производятся на монтаже) – что и привело к потере устойчивости верхнего пояса и как следствие к потере общей устойчивости пролетного строения.

Библиографический список:

1. Аварии транспортных сооружений и их предупреждение: / И. И. Овчинников, Ш. Н. Валиев, И. Г. Овчинников, И. С. Шатилов. – Чебоксары: ИД «Среда», 2020. – 216 с.

Gasanov I.R., Obchinnikov I.G. Simulation of an emergency situation during construction of an overpass

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ БПЛА ПРИ ОСМОТРЕ ДЕФЕКТОВ МОСТОВЫХ СООРУЖЕНИЙ

Жукова А.И.

Научный руководитель – канд. техн. наук, доц. Лескин А.И.

Волгоградский государственный технический университет

В статье обоснована целесообразность и доступность применения технологий беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) и вариантов обучения для выявления дефектов мостовых сооружений.

The article substantiates the feasibility and availability of the use of unmanned aerial vehicle (UAV) technologies and training options to identify defects in bridge structures.

Инженерные обследования мостовых сооружений проводятся не только для их строительства, но и в процессе их эксплуатации. Достаточно важны результаты исследований для оценки дефектов, которые возникли в конструктиве строения. Некоторое время назад для того, чтобы обнаружить дефекты мостового сооружения =, нужно было потратить несколько недель и немалое количество денежных средств. Факт в том, что технологии не стоят на месте и подобную работу можно проделать в несколько раз быстрее и с меньшими финансовыми потерями, прибегнув к помощи БПЛА.

Мосты должны обследоваться на постоянной основе – более уязвимые необходимо проверять каждый год, но большая часть мостовых сооружений проверяются раз в два года. Инженеры обследуют мосты для обнаружения таких проблем, как трещины в бетоне, проблемы с подшипниками или движение мостового сооружения. Коррозия, потеря краски и ржавчина. Эти факторы свидетельствуют о том, что мост должен обследоваться более предметно.

Обычно такая работа выполняется с помощью специальной тележки, способной подниматься на 3 метра от поверхности и преодолевать уклоны 45 градусов или специального автомобиля с манипулятором. Такое оборудование стоит более 600 000 долларов США при покупке и арендуется более чем за 2500 долларов в день. При его использовании требуется контроль движения по маршруту и много времени. Смотровая подвижная тележка должна управляться персоналом: оператором и техником по строительству и эксплуатации мостов в корзине тележки. Даже с такой специализированной тележкой, пространства между прогонами под мостом труднодоступны для осмотра. Кроме того, поскольку стоимость осмотра небольших мостов такой тележкой довольно высока, эти мосты часто не являются приоритетными для инспекций [1].



Рис. 1. Специальное оборудование для обследования мостового сооружения

Без БПЛА обследование нижней стороны моста в ограниченном пространстве может быть безумно дорогостоящим и затратным по времени

Более того, квадрокоптер позволяет обнаружить проблемы в труднодоступных местах между балками. Для небольших мостов это прекрасная возможность осмотреть мост с максимальной эффективностью. При обследовании коробчатых балок дрон сокращает время осмотра минимум на 25%. БПЛА управляется одним человеком, а не 2 или 3, в чём есть существенное преимущество.

Беспилотное обследование мостовых сооружений с помощью квадрокоптера – это наше будущее, на которое нельзя не обратить внимания.

Группа разработчиков из Университета Карнеги-Меллон, США, летом 2016 года представила систему ARIA (Aerial Robotic Infrastructure Analyst), в которой небольшие беспилотники (MAV - micro aerial vehicle) используются для наблюдения за строящимися объектами и выявления проблем. Квадрокоптеры используют вращающийся лазерный сканер для формирования 3-D модели окружающего пространства, а также 3 видеокамеры с высоким разрешением и сенсором GPS. Данные о модели передаются на планшет оператора, который, при необходимости, может направить дрон к проблемному участку для уточнения проблемы. Заложенные в систему алгоритмы помогут определить природу повреждений - сколы и трещины в бетоне, коррозию стали, изгибы участков конструкции. Затем система присваивает им рейтинг - от “отличного состояния” до “провального объекта”, помогает запланировать ремонт и дату следующего замера. ARIA не только указывает на наличие ущерба, но также стремится определить то, насколько он критичен для объекта. [2]

Этот пример показывает неоспоримую эффективность применения квадрокоптера в сфере обнаружения проблем и дефектов в строительстве или эксплуатации сооружений.

Дроны или, как их называют сокращенно, БПЛА ведут фото- и видеосъемку здания на указанной оператором высоте. На сделанных снимках отражается ряд важных параметров:

- высота облета;
- координаты точек съемки;
- угол наклона камеры [3].

Полученные результаты обрабатываются при использовании новейших технологий:

- фотограмметрии;
- машинного зрения [4].

На основе выявленных общих точек формируется 3D модель здания. Она используется с разными целями:

- оценка общей геометрии строения;
- определение дефектов;
- получение информации о характере повреждений;
- анализ отдельных элементов конструкции;
- выполнение чертежей и не только [5].

При видео-обследовании мостового сооружения БПЛА данные передаются в 2 режимах:

- онлайн режим;
- запись.

На некоторых дронах есть функция комментариев. Это делает дальнейшую обработку информации проще: оператор делает заметки голосом, что дополняет съёмку.

БПЛА оснащают не только камерой, но и другим необходимым для работы оборудованием:

- тепловизор;
- УФ-камеры;
- система сонаров и не только.

От качества программного обеспечения зависят и возможности БПЛА:

- автономный полет;
- полет над точками;
- дистанционное управление и так далее. [6]

Потенциал БПЛА изучен не в полной мере пока ещё, поэтому с каждым годом эти устройства будут использоваться все больше.

Есть пример того, как обычный пользователь, не профессионал по БПЛА снял дефект мостового сооружения и отправил данные в редакцию.

Фотографию и видео моста через Зею, конструкция которого «расходится» в верхней его части, прислал в редакцию читатель.



Рис. 2. Обследование моста с помощью БПЛА обычным пользователем

По результатам обследования сооружения, которое проводилось специалистами из Магнитогорска в августе 2018 года, мост нуждается в ремонте, но при этом аварийным не является. Поэтому эксплуатировать объект пока можно [7].

Преимущества БПЛА

Преимущества использования дронов для мониторинга и обследования объектов:

1. Минимальные сроки осмотра – обследование занимает часы, а не дни и недели;
2. Безопасность – осмотр делается дистанционно, опасности для людей нет;
3. Минимальные затраты – обследование не требует финансов на дополнительную технику и людей;
4. Доступность – сбор данных на расстоянии до нескольких сотен метров в любую погоду, результаты обследования специалист передает по Wi-Fi;
5. Объективность – исследование проблем по точным данным;
6. Осмотр в ультрафиолетовом (УФ) и инфракрасном (ИК) диапазонах;
7. Исследование опасных и труднодоступных областей сооружения;
8. Создание 3D модели объекта с подробным указанием местоположения дефектов

Ограничения в применении и минусы:

1. Возможное падение и деформация БПЛА;
2. Вероятность порчи окружающего имущества, травмы людей, животных и птиц;
3. Недопонимание со стороны окружающих, в силу недостатка изучения ими процесса и целей съемки с помощью дрона;
4. Проблемы с управлением, связанные с антеннами любых видов связи;
5. Обязательное разрешение на использование БПЛА, согласно действующим законам РФ;

Отдельно стоит отметить, что беспилотные устройства не позволяют рисковать человеческими жизнями. Они берут на себя работу в местах, где человеку опасно находиться. Например, если необходимо оценить повреждения после пожара внутри здания, дроны будут более, чем полезны, ведь в любой момент сама конструкция и ее элементы могут обвалиться.

У работы с квадрокоптерами есть свои особенности:

- использование цифровых камер, а также приборов, дающих изображение в инфракрасном и ультрафиолетовом диапазонах;
- возможность вести съемку с высоты в 200 метров;
- минимальная граница высоты колеблется в среднем около 3 метров;
- тепловизоры дают высокую чувствительность при невысоком разрешении;
- видео передается с расстояния не более 30 метров до оператора;
- оптимальное расстояние до оператора – 20 метров;
- возможность применять одновременно или поэтапно несколько разных устройств для прояснения картины происходящего. [8].

В настоящее время с помощью БПЛА можно диагностировать состояние следующих частей мостового сооружения:

1. Пролетные строения
2. Деформационные швы
3. Состояние водоотвода (без уклонов)
4. Тротуары
5. Ограждение
6. Перильное ограждение
7. Гидроизоляция
8. Опорные части
9. Опоры
10. Подходы, конусы
11. Проезжая часть

Измерения, которые затруднительно произвести с помощью квадрокоптера в настоящее время:

1. Продольные и поперечные уклоны;
2. Руслевые опоры в подводной части;
3. Коммуникации.

Обследование таких элементов производится в ручном режиме человеком. Однако уже сейчас ведутся исследования, направленные на применение квадрокоптера под водой (рис. 3):

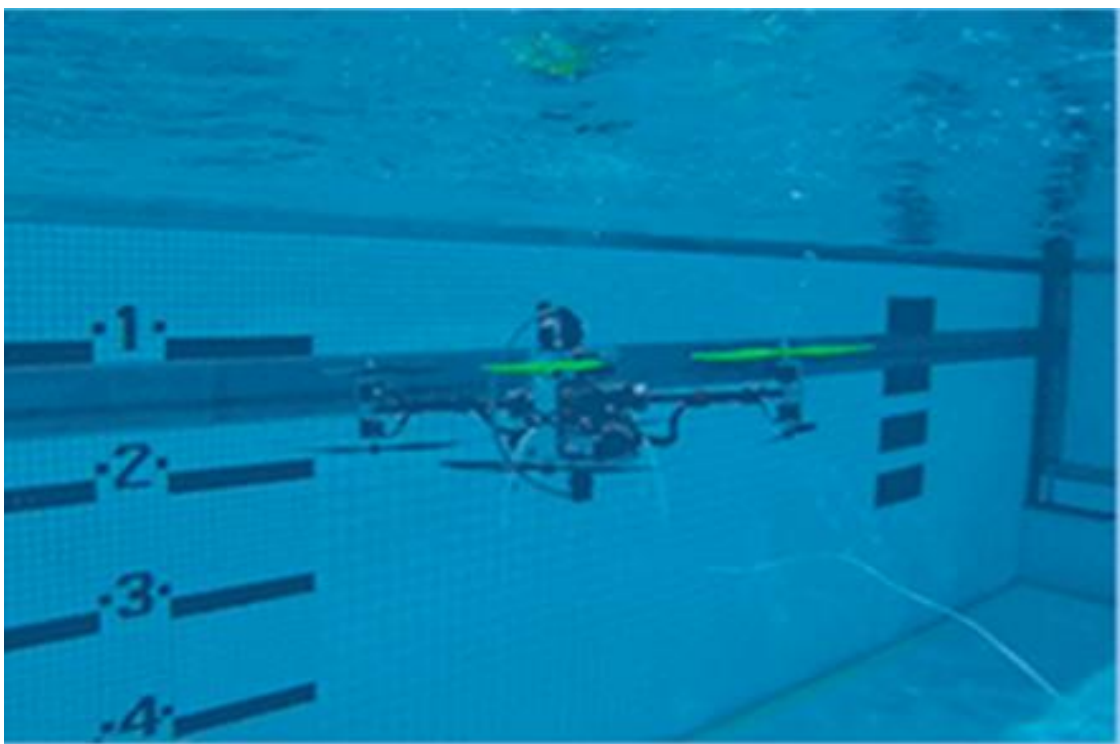


Рис. 3. Октокоптер Naviator

Во время испытаний октокоптера Naviator специалисты осмотрели состояние подводной части мостовых опор, тросового подвеса и пролетов. На проведение осмотра с помощью дрона специалистам потребовался один день. Прежде эта операция заняла бы несколько дней и потребовала бы использования вертолета, катера и подводного робота.

Таким образом, развитие современных технологий, в частности в области беспилотных летательных аппаратов, позволит значительно упростить обследования мостовых сооружений без потери эффективности при значительном снижении стоимости и сокращении временных затрат.

Стоимость БПЛА на сегодняшний день не самая маленькая. Но с учетом экономии затрат при обследовании сооружения БПЛА, приобретение устройства оправдывает себя уже в первые месяцы применения.

Беспилотные летательные аппараты обеспечивают экономию временных и финансовых затрат на первичном визуальном контроле, предоставляя более подробные и точные результаты обследования для более эффективного распределения ресурсов. Более достоверные данные дают возможность рационально использовать техническое обслуживание и ремонт, обеспечивая экономию ресурсов и эффективные результаты осмотра сооружений. БПЛА снижает риски и делает более доступным возможность проводить детальное исследование для обнаружения дефектов мостовых сооружений.

За обследованием мостов и обнаружением проблем при помощи квадрокоптеров будущее строительной индустрии. Они дают возможность за минимальное количество времени решать сложные инженерные задачи и избавляют специалистов от приобретения многочисленной дорогостоящей техники.

действующими нормами по проектированию автомобильных дорог. Это можно объяснить тем, что учитываемые нормативными документами результаты исследований были выполнены в прошлом столетии на территории европейской части России и дифференцированы на другие территории без должной проверки.

Анализ дорожно-климатического районирования, представленного в СП 34.13330.2021 [1] и других нормативных документах, показал, что I дорожно-климатическая зона (к которой относится ЯНАО), имеет огромную протяжённость и является единым географическим целым, но объединяет при этом северо-западные районы европейской части России, северную часть Западной Сибири и практически всю Восточную Сибирь, которые имеют существенные различия климатических и природных условий.

В настоящее время в некоторых регионах России, например, Дальний Восток [2, 3], Западная Сибирь [4, 5], Астраханская область [6, 7] осуществлены работы, направленные на уточнение территориального распространения границ дорожно-климатических зон. Решение задач, связанных с районированием местностей, исследователи, как правило, реализуют применительно к организационно-технологическому направлению деятельности предприятий дорожной отрасли – проектирование, строительство или сезонное содержание автомобильных дорог на территориях административных образований Российской Федерации. Названные исследователи преимущественно изучали регионы распространения сезоннопромерзающих грунтов. Для отмеченных работ характерно отсутствие: единого методологического подхода в выборе признаков географического комплекса для обоснования территориальной однородности и целостности единиц, выделяемых в той или иной классификационной системе [8, 9]; приёмов сбора и обработки сведений для моделирования территориального распространения таксономических единиц с применением элементов геокомплекса; методов дорожно-климатического районирования. Такое положение препятствует широкому и эффективному применению в ряде регионов страны предлагаемых исследователями решений по учёту природных и климатических условий локальных территорий при проектировании, строительстве и эксплуатации автомобильных дорог.

Рациональный учёт природно-климатических условий может базироваться на применении таксономической системы «зона-подзона-район» [0]. Главная задача уточнения существующего дорожного районирования по данной схеме для проектирования, строительства, ремонта и содержания автомобильных дорог – это выделение таких районов для отдельных регионов России, в пределах которых однотипные дорожные конструкции (земляное полотно и дорожные одежды) будут характеризоваться близкими значениями прочности и устойчивости [0]. При значительных по площади размерах территорий уточнение дислокации границ зон, а также выделение подзон и дорожных районов целесообразно

осуществлять в пределах границ административных образований, после чего необходимо производить «сшивку» границ дорожных районов на территориях других административных образований, примыкающих к тем, в пределах которых уже выполнены работы по учёту элементов географического комплекса [0, 0].

В пределах реализации первого этапа работ по уточнению дорожно-климатического районирования осуществляют изучение природных условий территории исследования и выявляют особенности зональных, интразональных и региональных признаков географического комплекса (рис. 1). Выделение дорожных зон характеризуют группой зональных, подзон – группой интразональных, а районов – региональных факторов. Среди зональных признаков выделяют климатические условия, которые характеризуют среднегодовыми значениями таких показателей, как: средние, минимальные и максимальные температуры воздуха; количество и сезонное распределение осадков; высота снежного покрова и другие. К интразональным признакам относят: рельеф местности; тип грунта; гранулометрический состав грунта; плотность частиц грунта; естественная влажность; пористость; коэффициент пористости; степень влажности; полная влагоемкость. Среди региональных признаков выделяют: распространение грунтов, находящихся в особом естественном состоянии; распространение грунтов особых разновидностей; региональные геологические явления [0, 0].



Рис. 1. Признаки географического комплекса

Методология выделения однородных территорий в таксономической системе единиц «зона – подзона – район» включает в себя три этапа, один из которых – формирование информационной базы данных для моделирования показателями геокомплекса зонального, интразонального и

регионального характеров [0]. Для формирования информационной базы данных для целей дорожно-климатического районирования территорий исследователи применяют элементы теоретического моделирования, справочную литературу, а также результаты полевых и лабораторных исследований (рис. 2).



Рис. 2. Элементы информационной базы данных для целей дорожно-климатического районирования

При уточнении дорожно-климатического районирования территории Ямало-Ненецкого автономного округа ряд показателей (физико-механические свойства грунтов, результаты штамповых испытаний грунтов земляного полотна) определяли на основе полевых и лабораторных исследований применительно к опорным пунктам, при назначении которых учитывали наличие в районе исследования гидрометеорологических станций. Остальная часть информации принимали для тех же опорных пунктов по справочным материалам. В качестве опорных пунктов в работе приняты населённые пункты на территории ЯНАО. Из-за отсутствия сведений о протекании водно-тепловых процессов в деятельном слое земляного полотна элементы алгоритма теоретического моделирования на первом этапе исследования не были учтены.

Первая редакция информационной базы данных включает содержит сведения о 27 признаках географического комплекса и физико-механических свойствах грунтов, характерных для территории Ямало-Ненецкого автономного округа. Её содержание приведено в виде книги Excel. На первом листе приведены: перечни метеорологических станций, действующих в разное время, с кратким описанием их местоположения; перечень приведенных в базе выборок; места отборов проб грунтов; карты расположения метеостанций и постов, оборудованных

- месячном и годовом количестве осадков с поправками на смачивание;
- месячном и годовом количестве жидких, твёрдых и смешанных осадков;
- средней, наибольшей и наименьшей декадной высоте снежного покрова по постоянной рейке;
- среднем из максимальных и максимальном приростах высоты снежного покрова за сутки;
- числе дней со снежным покровом, о датах появления и схода снежного покрова, образования и разрушения устойчивого снежного покрова;
- среднем и наибольшем числе дней с туманом, грозой, метелью и градом;
- среднем и наибольшем числе дней с обледенением проводов гололедного станка, а также с обледенением по визуальным наблюдениям.

Для большинства таблиц, содержащихся в информационной базе данных, применено условное форматирование цветом для более лёгкого и быстрого определения максимальных и минимальных значений показателей. На рисунке 4 представлена таблица с информацией о наибольшей декадной высоте снежного покрова по постоянной рейке на территории Ямало-Ненецкого автономного округа, где максимальное значение высоты выделено синим цветом, а минимальное – красным.

№ п/п	Метеорологическая станция:	Наибольшая декадная высота снежного покрова по постоянной рейке, см																													
		IX			X			XI			XII			I			II			III			IV			V			VI		
		1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
1.	1. Тазовское		1	2	12	16	16	25	30	40	40	40	35	29	34	32	32	35	37	40	42	42	47	48	54	55	60	60	5		
2.	2. Ра-Из (1)	6	18	27	63	64	61	61	62	60	62	56	46	41	39	39	39	41	40	41	40	42	41	39	43	42	38	51	69	67	9
3.	3. Ньда		1	13	19	21	22	22	26	31	30	31	34	36	48	50	49	40	50	50	50	50	54	55	55	53	53	41	12	4	1
4.	4. Сидоровск			5	10	16	22	25	34	41	55	60	62	63	68	68	68	66	66	68	72	79	81	76	65	62	63	48	24	1	
5.	5. Салехард, ГМО		2	3	14	23	26	35	48	65	75	79	88	104	103	103	103	107	108	112	111	117	120	111	100	113	119	113	90	32	1
6.	6. Полуи			5	16	25	28	34	40	45	58	60	57	63	69	65	65	66	64	68	76	84	79	81	83	90	82	68	20	6	
7.	7. Уренгой	2	1	3	11	22	31	43	53	59	66	72	82	83	86	88	95	94	108	114	119	120	116	117	106	95	90	72	29	2	
8.	8. Пигляр			7	13	17	24	28	32	52	61	68	64	64	64	61	62	64	65	72	73	72	75	76	79	88	82	31	12	3	
9.	9. Надым			11	16	23	30	36	44	55	59	65	75	74	80	86	96	93	95	101	106	106	108	108	95	89	74	51	15	3	
10.	10. Мужик		4	5	15	20	24	34	56	67	77	90	87	88	89	90	89	89	86	92	94	94	92	80	85	73	55	31			
11.	11. Тарко-Сале			9	10	20	35	50	57	55	62	67	84	74	89	88	93	94	99	105	105	106	108	106	104	89	88	73	16		
12.	13. Толька			6	9	14	28	34	44	50	57	56	57	65	75	77	80	82	93	96	95	106	103	102	98	85	74	37			
13.	18. Халесовая			6	6	11	22	29	34	39	43	51	62	60	63	68	78	77	80	84	85	82	81	82	81	78	72	35			

Рис. 4. Пример форматирования таблиц, входящих в информационную базу данных

Представленная версия информационной базы данных была сформирована на основе полевых и лабораторных исследований, а также справочной литературы и содержит сведения о 27 признаках географического комплекса и физико-механических свойствах грунтов. На последующих этапах выполнения работы по уточнению районирования она будет дополнена и станет основой для моделирования элементами геокомплекса с целью выделения границ дорожных подзон и районов на территории Ямало-Ненецкого автономного округа, который относится к I дорожно-климатической зоне.

Библиографический список:

1. СП 34.13330.2021 Автомобильные дороги. / Минстрой России. – М.: 2021. – 94 с.

2. Ярмолинский А.И. Дорожно-климатическое районирование Сахалинской области / А. И. Ярмолинский, И. Н. Пугачев, А. П. Пичкунов, О. И. Елизарова; [главный редактор Л. А. Суевалова]; Министерство образования и науки Российской Федерации, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Тихоокеанский государственный университет". – Хабаровск: Изд-во ТОГУ, 2016. – 241 с.
3. Ярмолинский А.И. Проектирование конструкций автомобильных дорог с учетом природно-климатических особенностей Дальнего Востока. / А.И. Ярмолинский, В.А. Ярмолинский. – Хабаровск: Изд-во Тихоокеанского гос. ун-та, 2005. – 197 с.
4. Ефименко С.В. Развитие теоретических положений учета особенностей признаков геокомплекса при формировании региональных норм проектирования автомобильных дорог: Дис. ... д-ра техн. наук. Т1. Томск, 2016. – 280 с.
5. Бадина М.В. Обеспечение качества проектирования дорожных конструкций на основе учёта региональных природно-климатических условий (на примере Западной Сибири): автореф. дис. ... канд. техн. наук. – Омск, 2009 – 25 с.
6. Алексиков, С.В. Районирование г. Волгограда по условиям зимнего содержания / С.В. Алексиков, Ф.В. Волченко // Материалы IV международной науч.-техн. конф. «Инженерные проблемы строительного материаловедения, геотехнического и дорожного строительства». – Волгоград: Изд-во Волгог. гос. архит.-строит. ун-та, 2013. – С. 46 – 52.
7. Боровик В.С. Методика регионального дорожно-климатического районирования на примере Астраханской области / В.С. Боровик, В.В. Боровик, А.Г. Круглов // Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: строительство и архитектура, 2007. – № 8. – С. 58-62.
8. Бунге В. Теоретическая география. – М.: Прогресс, 1967. – 280 с.
9. Куприянова Т.П. Принципы и методы физико-географического районирования с применением ЭВМ. – М.: Наука, 1977. – 126 с.
10. Афиногенов О.П. Совершенствование методов проектирования автомобильных дорог на основе дифференциации районирования [Текст]: монография. / О.П. Афиногенов, С.В. Ефименко, А.О. Афиногенов. – Кемерово: ООО «Офсет», 2015ю – 364 с.
11. Ефименко В.Н. Технология учета региональных природно-климатических условий при проектировании транспортных сооружений (на примере территорий Западной Сибири) / В.Н. Ефименко, С.В. Ефименко, М.В. Бадина, А.В. Григорьев // Вестник Том. гос. архит.-строит. ун-та. – 2011. – № 4 (33). – С. 221-227.
12. Ефименко С.В. Совершенствование метода учета особенностей природно-климатических условий при проектировании дорожных одежд. // С.В. Ефименко, В.Н. Ефименко, М.В. Бадина, А.В. Сухоруков / Экология и научно-технический прогресс. Урбанистика. Материалы XI Всероссийской научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых (с международным участием), Том 2, Пермь, 2014. – С. 177 – 183.
13. Ефименко, С.В. Методические аспекты регионального уточнения простираения линий границ дорожно-климатических зон. / С.В. Ефименко, Д.Н. Черепанов // Вестник МГСУ. – 2013. – №6. – С. 214 – 222.
14. Ефименко С.В. Развитие теоретических положений учета особенностей признаков геокомплекса при формировании региональных норм проектирования автомобильных дорог/ автореферат дис. ... доктора технических наук / Сиб. Гос. ун-та путей сообщ. Томск, 2016. – 40 с.
15. Учёт особенностей распространения геокомплексов при территориальной организации дорожно-климатического районирования. / С.В. Ефименко, В.Н. Ефименко, М.В. Бадина [и др.] // Автомобильные дороги и мосты: сб. ФГУП «РОСДОРНИИ». – М., 2014. – № 31. – С. 42–52.

16. Efimenko, Vladimir N. Accounting for natural-climatic conditions in the design of roads in western Siberia./ Vladimir N. Efimenko, Sergey V. Efimenko, Alexey V. Sukhorukov // Sciences in Cold and Arid Regions. Volume 7. Issue 4. August. 2015. pp. 307–315. DOI: 10.3724/SP.J.1226.2015.00307.

Zgolicz I.A. Efimenko S.V. The main aspects of the formation of an information database for the purposes of road and climatic zoning of the territory of YaNAO

УДК 656.021.2

ОПЫТ ПРИМЕНЕНИЯ БЕСПИЛОТНЫХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ ДЛЯ ОБСЛЕДОВАНИЯ ИНТЕНСИВНОСТИ ДВИЖЕНИЯ ТРАНСПОРТНЫХ ПОТОКОВ

Красько У.К. (гр. 217с ДСФ), Гончарова Д.В. (гр. 217с ДСФ)

Научный руководитель – канд. техн. наук, доцент Бурлуцкий А.А.

Томский государственный архитектурно-строительный университет

В статье рассматриваются проблемы сбора данных об интенсивности дорожного движения. Описаны методы сбора данных об интенсивности и составе транспортного потока. Выявлены особенности и недостатки каждого из заявленных методов. Особое внимание уделяется специализированному программному обеспечению для дешифровки транспортных средств. Определен один из наиболее эффективных методов учета интенсивности движения и состава транспортных потоков.

The article deals with the problems of the collecting traffic intensity data. Methods for collecting data on the intensity and composition of the traffic flow are described. The features and shortcomings of each of the stated methods are revealed. Attention is paid to specialized software for decrypting vehicles. One of the most effective methods for accounting for the intensity of traffic and the composition of traffic flows has been determined.

Жизнедеятельность современного крупного города обеспечивается его инфраструктурой, в которой центральные позиции занимают улично-дорожная сеть и функционирующие на ней различные виды транспорта.

Для моделирования транспортных систем необходимо большое количество исходных данных, полнота и достоверность которых определяют качество разрабатываемой модели. Так, при построении микроскопических имитационных моделей результат анализа во многом будет зависеть от принимаемых параметров транспортных потоков, основными из которых являются интенсивность движения и состав. На основе этих данных устанавливают технические параметры объектов дорожно-транспортной инфраструктуры. Исследование интенсивности движения обязательно проводят при планировании развития дорожной сети, проектировании транспортных сооружений, назначении периодичности выполнения работ, производимых в рамках ремонта и содержания, а также обосновании мероприятий по совершенствованию схем организации дорожного движения.

Интенсивность движения оценивается количеством транспортных средств, проезжающих через сечение автомобильной дороги или улицы за определенный промежуток времени [1]. Как правило, в качестве такого

периода принимают сутки или часы, однако, для решения отдельных специфических задач он может принимать иные значения. Следует отметить, что учет интенсивности движения может выполняться в сечении автомобильной дороги или улицы, либо в пределах какого-либо отдельного маршрута движения.

Существующие в настоящее время методы сбора данных об интенсивности и составе движения транспортного потока можно подразделить на автоматизированные и визуальные [1].

Автоматизированный метод основан на применении технических средств, позволяющих в автоматическом режиме выполнять учет различных типов транспортных средств на автомобильных дорогах и городских улицах. Для сбора информации организуют стационарные посты, в состав которых могут входить [2]: детекторы транспортных средств, регистрирующие устройства, оборудование для передачи и хранения данных и специализированное программное обеспечение для обработки полученной информации. В качестве детекторов могут применяться счётчики различного принципа действия (пневматические, механические, фотоэлектрические и магнитно-индукционные), а также аппаратура радиолокационного типа. Следует отметить, последние, помимо интенсивности движения, позволяют анализировать плотность и скоростной режим транспортного потока.

В настоящее время, информацию о параметрах движения транспортных потоков можно получить из автоматизированных пунктов весового контроля, оборудованных средствами видеофиксации. Однако, сеть таких пунктов недостаточно развита на территории нашей страны и, прежде всего, дислоцирована в европейской части.

Недостатками технологий автоматизированного учёта является их высокая стоимость, низкая точность идентификации транспортных средств по отдельным группам, и, наконец, отсутствие мобильности при организации работы систем.

Действующий нормативный документ [1], регламентирующий методы обследования интенсивности движения, не исключает возможность применения визуального метода учета. Такой подход рационально применять в случае, когда остальные не могут дать приемлемого результата или, когда стоимость приобретения и установки оборудования значительно превышает расходы по сбору данных вручную.

При визуальном методе учета фиксирование количества транспортных средств может осуществляться следующим образом [3]:

- вручную;
- механическими или электрическими счётчиками со встроенными устройствами хранения данных, так и без них;
- с помощью видеофиксации.

Метод визуальной оценки с фиксацией количества пройденных транспортных средств вручную предполагает занесение результатов

наблюдения непосредственно в процессе учёта в специальные табличные формы. Такой способ целесообразен при необходимости кратковременного учёта интенсивности движения, а также при возможности привлечения достаточного числа подготовленных учётчиков.

Несмотря на свою трудоемкость, зависимость результатов измерений от опыта и ответственности наблюдателя, визуальный метод с ручным фиксированием результатов остается одним из немногочисленных способов получения точной и, как правило, достоверной информации о параметрах транспортных потоков, он до сих пор широко используется в транспортных обследованиях. К тому же, зачастую, к визуальному методу учёта вынуждено прибегают при необходимости определения интенсивности в пределах транспортных пересечений по отдельным направлениям, а также для более чёткого и детального разделения автомобилей по типам.

Применение учётчиком механических или электрических счётчиков (предусматривающих хранение данных), относящихся к полуавтоматическим приборам учёта, заключается в фиксировании автомобилей посредством нажатия на устройстве определённых клавиш, соответствующих типу транспортного средства и направлению его движения [3]. В этом случае последующая обработка полученных в ходе учёта данных и суммирование транспортных средств производится автоматически. Эта технология позволяет значительно упростить подсчет и идентификацию типов проезжающих транспортных средств, а также обеспечивает возможность контроля результатов наблюдения посредством чёткого фиксирования времени работы с оборудованием.

Отметим, что отдельные технические средства, применяемые в технологиях автоматизированного и визуального учёта, могут располагаться не только стационарно, но и на подвижных средствах, например, специально оборудованных ходовых дорожных лабораториях. Это позволяет расширить круг решаемых транспортных задач, а именно – получить пространственно-временные характеристики режимов движения транспортных потоков в условиях города.

Для повышения точности и достоверности получаемой информации, снижения финансовых затрат (как правило при обследовании транспортных пересечений), обеспечения безопасности учётчиков, исключения влияния погодных условий и утомляемости наблюдателей в процессе обследования могут быть применены технические средства видеофиксации транспортных потоков [3].

Видеофиксация потока автомобилей с поверхности земли на улицах с многополосной проезжей частью является малоэффективной, что обусловлено недостаточной информативностью видеоматериалов из-за наложения транспортных средств. В связи с этим рекомендуется проводить съемку с высоты, обеспечивающей видимость проезжающих автомобилей для их достоверной идентификации и подсчета. Как правило, для установки камер используют здания, опоры освещения и другие расположенные в

непосредственной близости возвышающиеся объекты. При необходимости организации краткосрочных наблюдений довольно эффективным является применение мобильных мачт высотой 6-9 м, позволяющих в короткие сроки устанавливать видеокамеры. К недостаткам такого способа можно отнести необходимость проработки вопросов питания и сохранности оборудования, а также безопасности монтажа в местах скопления людей.

При невозможности установки видеокамеры в зоне перекрестка на высоте, обеспечивающей его полный обзор, либо значительных размерах и сложной формы транспортного узла, приемлемого результата можно достичь за счёт применения беспилотных летательных аппаратов, позволяющих вести съёмку с большей высоты и тем самым увеличить обзор камеры [3].

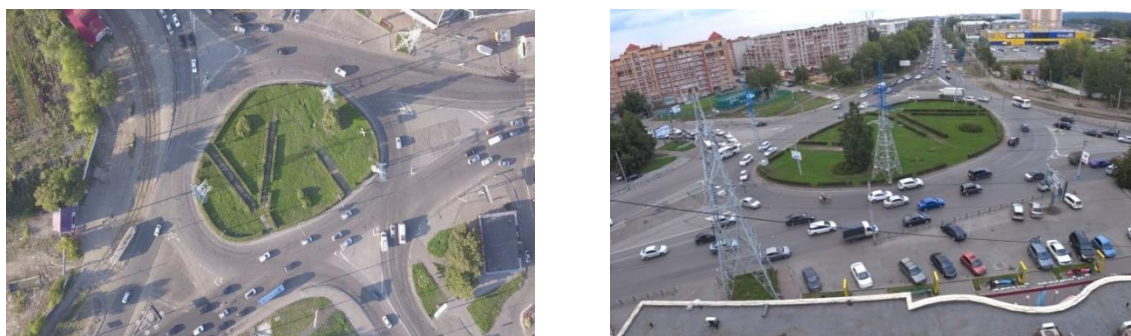
В настоящее время на рынке беспилотных летательных аппаратов наиболее распространены и доступны квадрокоптеры. Стоимость таких аппаратов полупрофессионального типа не превышает 250 тыс. руб., что делает их доступными для небольших организаций, занимающихся транспортными исследованиями. Подобные аппараты обладают внушительным функционалом и, самое главное, способны вести качественную видеосъёмку при зависании над объектом. Общее время полета у различных моделей варьируется от 25 до 40 минут, при этом «чистое» время съёмки не превышает 15 - 25 минут, что вызвано необходимостью замены элементов питания.

Начиная с 2020 года сотрудники кафедры Автомобильные дороги ТомГАСУ при решении отдельных задач профессиональной деятельности применяют компактный квадрокоптер Autel Evo II Pro компании Autel Robotics. За обозначенный период времени технология мониторинга транспортных потоков с применением дрона опробована на площади Транспортной в г. Томске, примыкании ул. Власихинской к Ленточному бору в г. Барнаул, а также на нескольких транспортных развязках северной части г. Екатеринбурга.

Рассмотрим подробнее метод обследования на примере площади Транспортной – главном узле южной части г. Томска (рис.1). Для выбора оптимального планировочного решения транспортного пересечения, выполняемого в рамках предпроектной стадии, была поставлена задача проведения детального учёта интенсивности движения по отдельным направлениям. При этом следует отметить, что рассматриваемый узел представляет собой кольцевое пересечение неправильной формы, в пределах которого располагаются ограничивающие видимость объекты – опоры высоковольтных линий электропередач, рекламные щиты и зеленые насаждения. Отмеченные условия свидетельствуют о невозможности применения классического визуального метода учета, предполагающего нахождение наблюдателей непосредственно на подходах к пересечению. В связи с этим, для проведения обследования было принято решение о необходимости применения технологии, предусматривающей

видеофиксацию с беспилотного летательного аппарата. Дополнительно к этому выполнена видеосъемка пересечения с крыши десятиэтажного жилого дома, расположенного в непосредственной близости к кольцу.

Следует отметить, что применение технологии учета интенсивности движения с помощью средств видеофиксации сопровождается последующим трудоемким и кропотливым процессом камеральной обработки результатов. Значительно ускорить процедуру обработки полученных видеоматериалов возможно, если применить специализированное программное обеспечение для дешифровки транспортных средств, что позволит полностью либо частично автоматизировать процесс учёта.



а)

б)

Рис. 1. Видеофиксация транспортного потока на площади Транспортной:
а) с квадрокоптера; б) с крыши здания

Среди предлагаемых на рынке Российской Федерации программных продуктов для дешифровки данных, собранных с помощью средств видеофиксации, наибольший интерес вызывает активно развивающийся ресурс – TrafficData. В нем реализована возможность определения параметров дорожного движения как по видеоматериалам, снятым с небольшой высоты (TrafficData Land), так и полученным с беспилотных летательных аппаратов (TrafficData Air).

На основании результатов обработки видеосъемки с помощью программного продукта TrafficData Air возможно установить количество пройденных автомобилей и состав потока по отдельным типам транспортных средств в соответствии с действующими нормативными документами. В программе реализован алгоритм отслеживания траектории движения отдельных автомобилей, что позволяет вести их подсчет по отдельным направлениям.

Последовательность работы с программным продуктом для анализа параметров транспортных потоков включает следующие шаги:

- загрузка видеофайлов и их последующая подготовка (обрезка, объединение файлов и т.д.);
- обработка видео;
- просмотр и корректировка (соединение разорванных траекторий и уточнение типов транспортных средств) результатов обработки (рис. 2);

- расстановка створов (входные, сквозные и выходные);
- вывод отчета в табличном и графическом видах.

Функционал программного обеспечения позволяет оператору контролировать и, при необходимости, повышать качество обработки видеоматериала путем снижения количества разорванных траекторий. Достаточно хорошим является результат, при котором количество распознанных связей превышает 90-95%. При наличии большого количества разорванных траекторий и, соответственно, низком качестве обработки видеоряда, пользователю необходимо в ручном режиме провести совмещение отдельных маршрутов, что приводит к значительным затратам времени. Причиной указанного недостатка при обработке является наличие помех, затрудняющих слежение за движущимися объектами и их идентификацию.



Рис. 2. Окна программы TrafficData Air с результатами обработки:
 а) восстановление траекторий и корректировка состава;
 б) визуализация параметров транспортных потоков.

При выполнении программной обработки видеосъемки на пл. Транспортная выявлено, что наибольшее количество помех связано с наличием теней на кольцевой проезжей части от опор линий электропередач, что значительно снижало качество обработки до уровня ниже 70%. В рамках взаимодействия с компанией-разработчиком, ее специалистами оперативно откорректированы алгоритмы работы программы TrafficData, позволяющие минимизировать влияние теней от высотных объектов, находящихся в зоне пересечения.

Затраты времени, необходимые для обработки видеозаписи, зависят от транспортно-планировочной схемы узла, его загруженности и опыта оператора. В рассматриваемом проекте суммарные операционные затраты времени при обработке видеофайла продолжительностью 15 минут ориентировочно составили 1 час.

Следует отметить, что программная обработка видеоматериалов, полученных при съемке под углом с крыши здания (высота около 40 м), не позволила достичь приемлемого результата. Визуальный учет количества пройденных автомобилей и маршрутов их движения также не дал положительного результата, т.к. полученный угол обзора и наличие

большого количества помех делали практически невозможным слежение за траекторией движения автомобилей по отдельным направлениям.

К сожалению, большинство автоматизированных технологий обследования транспортного движения требуют приобретения дорогостоящего оборудования и программного обеспечения, а также выполнения комплекса монтажных и пуско-наладочных работ, что делает их неэффективным при решении практических и научно-исследовательских задач. Несмотря на свою трудоемкость, метод визуального учета интенсивности движения остается одним из самых распространенных методов, т.к. позволяет довольно оперативно получить исчерпывающую информацию о интенсивности движения по отдельным направлениям в пределах транспортного пересечения. В то же время, необходимость привлечения большого количества учетчиков, имеющих разную степень подготовки и ответственности, делает метод в значительной мере зависимым от человеческого фактора и не позволяет достоверность конечного результата.

Одним из наиболее эффективных методов учёта интенсивности движения и состава транспортных потоков в пределах транспортных узлов со сложной конфигурацией является применение средств видеофиксации, позволяющих вести съемку под углом близким к 90°, например, с беспилотных летательных аппаратов. Следует отметить, что этот метод позволяет получить такие не менее важные параметры транспортного потока как скорость движения транспортных средств, ускорение и замедление автомобилей, дистанция между автомобилями и т.д. Таким образом, можно утверждать, что применение такой технологии обследования совместно с программами, позволяющими ускорить процесс обработки видеоматериалов, позволит повысить качество создаваемых транспортных моделей, без которых не обходится ни один серьезный проект дорожной инфраструктуры.

В дополнение к заключению следует отметить, что активному внедрению технологии мониторинга параметров транспортного потока на улицах и городских автомобильных дорогах с применением малых беспилотных летательных аппаратов, препятствует действующий в рассматриваемой отрасли административный барьер, ограничивающий применение современных технологий.

Библиографический список:

1. ГОСТ 32965-2014 Методы учета интенсивности движения транспортного потока. – М.: Стандартинформ, 2016. – 26 с.
2. ОДМ 218.2.032-2013 Методические рекомендации по учету движения транспортных средств на автомобильных дорогах. – М.: ФГУП «ИНФОРМАВТОДОР», 2013. – 33 с.
3. Бурлуцкий А.А. Обзор технологий сбора данных о параметрах движения городских транспортных потоков / А.А. Бурлуцкий, А.А. Ромашова // Избранные доклады 67-й Университетской научно-технической конференции студентов и молодых

ученых. Доклады конференции студентов и молодых ученых. – Томск, 2021. – С. 220-223.

Krasko U.K., Goncharova D.V. Experience with unmanned aerial vehicles to traffic flows intensity survey

УДК 641.42

ТЕХНОЛОГИЯ МОНТАЖА МОСТОВ В ГОРНЫХ УСЛОВИЯХ

Магомедов М.М. (гр. М4-СТЗС-11)

Научный руководитель – д-р техн. наук, профессор Овчинников И.Г.

Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А.

Мосты позволяют транспортным средствам и пешеходам преодолевать существующие преграды в горной местности, а также защищают их от негативных геологических процессов, протекающих на непрерывной основе в горных условиях. Поэтому при проектировании и строительстве горных мостов необходимо учитывать сильную пересеченность рельефа и влияние опасных геологических процессов (ОГП) на применение тех или иных методов строительства. В статье рассматриваются технологии возведения мостов различной конструктивной конфигурации и анализируются их достоинства и недостатки через призму целесообразности их применения в горных условиях.

Bridges allow vehicles and pedestrians to cross existing barriers in mountainous areas, as well as protect them from negative geological processes occurring on a permanent basis in mountainous conditions. Therefore, when designing and constructing mountain bridges, it is necessary to take into account the strong ruggedness of the terrain and the influence of hazard geological processes on the application of certain construction methods. The article considers technologies of bridge construction of different constructive configuration and analyzes their advantages and disadvantages through the prism of expediency of their application in mountain conditions.

Введение

Мостовые сооружения являются важными элементами транспортной инфраструктуры. Как правило, они пересекаются с различными препятствиями на своем пути. Характерными для горной местности препятствиями могут быть глубокие овраги и ущелья, горные реки, конуса выноса, водоразделы с большими продольными уклонами.

Согласно техническому справочнику [1] горной местностью называется территория с абсолютной высотой более 1000 м над уровнем моря. Также к горной местности относится территория с относительными превышениями в 500 м и более в радиусе 25 км. Она характеризуется, как сильной пересеченностью рельефа, так и протеканием в ней стихийных процессов, которые во многом обусловлены сейсмической активностью пластов земной коры, на стыке которых и находятся горные массивы (рис.1). Это способствует активизации на территории горной местности стихийных процессов и разных генетических разновидностей опасных геологических процессов (ОГП), представленных обвалами, оползнями, камнепадами, лавинами и т.д. Их воздействие на экономику исчисляется миллиардами рублей. На территории

горной местности на фоне выраженной дифференцированности напряженного состояния часто происходят локальные очаги современных геодинамических процессов [2].



Рис. 1. Результат ОПП (Источник: https://www.researchgate.net/publication/234182697_Rockfall_characterisation_and_structural_protection_-_A_review/figures?lo=1)

Вышеперечисленные факторы диктуют необходимость применения эффективных решений, как на стадии проектирования горных мостов, так и во время их строительства. Так, обоснование конструктивных решений горных мостов (статическая схема моста, высота опор и ее относительная неравномерность; криволинейность траектории моста в плане) тесно связано с условиями, накладываемыми геологическими, геоморфологическими и гидрологическими условиями горной местности, а также необходимостью конструктивного изолирования моста от продуктов ОПП. Также данные условия горной местности накладывают ограничения и на строительство горных мостов, на возможности применения тех или иных методов их монтажа. В целом, эти ограничения и особенности можно подразделить на 3 большие группы:

1) Геологические, геоморфологические, гидрологические:

а) большие трудозатраты при транспортировке строительной техники на место строительства;

б) применение тяжелой авиационной техники (особенно при сооружении опор в труднодоступных местах и при переброске первого пионерного кабеля в висячих мостах (рис.2);

в) разработка сборных конструкций и методов строительства повышенной индустриальности в горных условиях;

г) ограниченность строительной площадки и, следовательно, в некоторых случаях невозможность создания широких строительных полигонов для сборки больших монтируемых блоков;

д) ограниченность или невозможность применения некоторых методов

строительства (метод наплавного монтажа на горных бурных реках, метод полунавесного монтажа для мостовых переходов, пересекающих глубокие горные ущелья, овраги и реки с трудно определяемым течением);

е) технологические трудности создания анкерных опорных конструкций для вантовых и висячих мостов в горных скальных массивах.

2) Сейсмический аспект:

а) моделирование возможной активации сейсмических процессов во время строительства горного мостового сооружения. Представление реакции мостового перехода с учетом стадийности его сооружения;

б) создание мероприятий для защиты строительной площадки и техники от землетрясений;

в) различие реакции временных опор, так же как и постоянных опор, на сейсмическое воздействие в зависимости от их высоты (как показывает практика, первыми из строя выходят опоры небольшой высоты) [3].

3) Аспект негативного воздействия ОГП:

а) применение технологии для монтажа горных мостов с минимизацией техногенного влияния на устойчивость горных массивов;

б) создание мероприятий для защиты строительной площадки и техники от продуктов ОГП;

в) моделирование столкновения продуктов ОГП с основными или временными конструкциями на стадии строительства с учетом стадийности.



Рис. 2. Строительство висячего моста в горных условиях (Источник: <https://edition.cnn.com/travel/article/lvzhijiang-yunnan-china-suspension-bridge/index.html>)

Из составленной классификации ограничений горной местности можно сделать вывод о том, что строительство горных мостовых сооружений многогранно и требует от специалиста умения выбирать эффективные решения, удовлетворяя всем 3 главным аспектам горной местности.

Нужно отметить, что и в нашей стране, и за рубежом есть работы, посвященные отдельному рассмотрению каждой проблемы, с которой

косвенно сталкиваются горные мостовые сооружения - правда, с разной степенью освещенности. Однако в них нет комплексного и учитывающего все нюансы подхода к обоснованию как проектных, так и строительных решений искусственных сооружений в горных условиях. Это приводит к плоскостному, но не пространственному видению проблемы, о чем, как итог, и свидетельствуют аварии горных мостовых сооружений, увеличение линий транспортных сетей и т.д. [4].

Сформируем главную цель данного исследования – рассмотреть известные технологии возведения мостовых сооружений различных конструктивных решений, а также выявить на основе анализа особенностей горной местности эффективные методы строительства.

Обзор методов строительства мостов

Рассмотрим основные методы строительства через призму соответствия вышеуказанным ограничениям и требованиям. Следует отметить, что возможности осуществления сборки или бетонирования на горных труднодоступных участках будут отличаться для фундаментов с опорами и для пролетных строений. Самый трудный процесс во время сооружения горных мостов – получение доступа и транспортировка необходимых строительных машин и механизмов к месту сооружения фундаментов и опор. Что касается монтажа пролетных строений (ПС) горных мостов, то тут принципиальных различий от равнинных мостов нет, так как основной фронт строительных работ поднимается до уровня будущей проезжей части моста. Однако нужно учесть, что при монтаже ПС в связи с геоморфологическими особенностями строительной площадки может быть ограничена транспортировка крупногабаритной и мощной строительной техники. Следовательно, в горных условиях методы строительства будут эффективны, по большей части, в зависимости от эффективности возведения постоянных и временных опор (в лучшем случае, без применения последних), и обеспечению их безопасности во время строительства от сейсмических процессов и стихийных факторов.

На стадии сооружения пролетных строений возможно применение нижеперечисленных методов строительства:

1) Метод полунавесной сборки можно применить для сооружения горных эстакад вдоль склонов горных водоразделов или для мостов, размещенных по пойменной части горной реки. При сооружении монолитных криволинейных в плане мостов небольших пролетов (до 40м) при условии непопадания их опор в глубокие овраги и ущелья можно применить метод попролетного бетонирования. При отсутствии возможности привлечь тяжелую строительную технику для монтажа больших конструкций пролетных строений возможна разбивка перекрываемого пролета большим количеством временных опор, что позволит произвести монтаж меньших по пролету сборных частей пролетного строения. Применение данной технологии ограничивается для мостовых переходов, сооружаемых в зонах повышенной скальной

обвальности, оползневых или лавиноопасных склонах.

2) Метод навесной сборки или бетонирования применяют для монтажа пролетных строений горных мостовых сооружений, пересекающих глубокие и широкие ущелья или бурные горные реки из-за возможности произвести сборку конструкций пролетных строений без применения временных опор. Преимуществом этого метода является и то, что он позволяет возводить пролеты от 40м. Однако, для обеспечения устойчивости временной работы собранных конструкций пролетных строений в качестве консолей метод навесной сборки лучше применить для мостовых сооружений с симметричным расположением пролетов [5, 6].

3) Метод продольной надвигки является эффективным методом монтажа пролетных строений. В случае применения циклической продольной надвигки возможно размещение на доступном участке района строительства (подходы к мостовому переходу) специального стапеля, на котором сначала бетонируют одну секцию пролетного строения, а затем проводят надвигку с аванбеком. В случае перекрытия неглубоких ущелий и относительно спокойных горных рек возможно произвести надвигку пролетного строения с использованием капитальных опор.

В современной практике свое применение находят «зонтичные» мосты, технология возведения которых была разработана в 2006 году в Венском технологическом университете профессором Коллеггером и его командой. Свое специфическое название данные мосты получили благодаря «зонтичному» разворачиванию вертикально монтируемых блоков ПС в горизонтальное положение, что обеспечивается шарнирным соединением ПС с распорками и опорами моста. Данная технология была разработана в связи с необходимостью повышения индустриальности возведения мостовых сооружений в стесненных городских условиях. Возможность сборки в вертикальном положении с последующим его поднятием домкратами до уровня проезжей части (ПЧ) позволило значительно уменьшить размеры строительной площадки (рис.3). К тому же, используемые в пролетных строениях тонкостенные железобетонные конструкции выступают в качестве несъемной опалубки и могут быть использованы в бетонировании после их разворачивания в проектное положение. Используемые в технологическом плане распорки после монтажа включаются в конструктивную схему моста и значительно уменьшают расчетный пролет [7].

Вышеперечисленные достоинства этой технологии предопределила возможность применения не только в городской сфере, но и в условиях горной местности при сооружении горных виадуков; причем размеры пролетов могут достигать до 150-200м.



Рис. 3. Начальная стадия возведения «зонтичного» моста на р. Ланбах, Австралия
(Источник: <https://www.betonbau.tuwien.ac.at/forschung/aktuelle-forschungsprojekte/fotogalerie-gars-am-kamp/>)

Нужно отметить, что данная технология предполагает весьма быстрые темпы монтажа, что является важным в ключе рассмотренных выше ограничений строительства в горных условиях.

Библиографический список:

1. Dic.academic.ru/: сайт. – URL: <https://dic.academic.ru/> (дата обращения: 06.10.2021)
2. Магомедов Р.А. Особенности связи между пространственно-временным распределением сейсмичности, уровнем геодинамического потенциала блоков земной коры и разломно-блоковой тектоникой Восточного Кавказа / Р.А. Магомедов. — DOI <https://doi.org/10.46698/VNC.2021.72.56.006> // Геология и геофизика Юга России. — 2021. — Т 11, № 1. — С. 69–80. — URL: <http://geosouth.ru/article/view/642> (дата обращения: 01.05.2022).
3. Курбачкий Е.Н., Пестрякова Е.А., Зернов И.И. Сейсмостойкость мостов. Теория и приложения. – М.: Издательство АСВ, 2021. – 276 с.
4. Овчинников И.И., Валиев Ш.Н., Овчинников И.Г., Шатилов И.С. Аварии транспортных сооружений и их предупреждение. – Чебоксары: ИД «Среда», 2020. – 216 с.
5. Бычковский, Н. Н. Строительство металлических мостов : в 2 частях / Н. Н. Бычковский ; Н. Н. Бычковский, С. И. Пименов, С. К. Пшеничников ; М-во образования и науки Российской Федерации, Федеральное агентство по образованию, Саратовский гос. технический ун-т. – Саратов : Саратовский гос. технический ун-т, 2007. – ISBN 9785743318070.
6. Бычковский, Н. Н. Строительство железобетонных мостов : монография в 2 частях / Н. Н. Бычковский ; Н. Н. Бычковский, С. И. Пименов ; М-во образования и науки Российской Федерации, Федеральное агентство по образованию, Саратовский гос. технический ун-т. – Саратов : Саратовский гос. технический ун-т, 2006. – ISBN 5743316988.
7. J. Kollegger, S. Foremniak, D. Suza, D. Wimmer, S. Gmainer. Building bridges using the balanced lift method // Structural Concrete. – 2014. – No. 3 (15). – S. 1-12

Magomedov M.M. Technology of bridge construction at mountainous conditions

УДК 625.711.812:629.114.3(23)

СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ВИДИМОСТИ НА ВЕРТИКАЛЬНЫХ КРИВЫХ ПРОДОЛЬНОГО ПРОФИЛЯ

Малюта В.Е. (18-СБ-СТ5)

Научный руководитель – канд. техн. наук, доцент Близниченко С.С.

Кубанский государственный технологический университет

Современные технологии проектирования продольного профиля автомобильных дорог с использованием САПР АД предусматривают нанесение проектной линии с использованием традиционных круговых кривых и сплайнов. В обоих случаях требуется обеспечить нормативное расстояние видимости для обеспечения безопасности движения. Для этой цели в статье даны уточненные схемы видимости на вертикальных кривых.

Modern technologies for designing the longitudinal profile of highways using CAD AD provide for drawing a design line using traditional circular curves and splines. In both cases, it is required to provide a standard visibility distance to ensure traffic safety. For this purpose, the article provides refined visibility schemes on vertical curves.

Современные технологии проектирования продольного профиля автомобильных дорог с использованием программного обеспечения Систем автоматизированного проектирования автомобильных дорог (САПР АД) «IndorCAD» и «Robur» предусматривает обеспечение видимости на выпуклых и вогнутых вертикальных кривых на основе классических расчетных схем, разработанных еще в первой половине XX века [1, 2]. Эти расчетные схемы требуют уточнения в новых условиях массовой автомобилизации общества и существенного повышения динамических качеств современных и перспективных типов автомобилей.

Кроме того, внедрение в течение трех последних десятилетий в работу отечественных проектных дорожных организаций методов ландшафтного проектирования автомобильных дорог [3, 4] способствовало тому, что доля криволинейных геометрических элементов плана и продольного профиля в общей протяженности трассы значительно увеличилась. Особенно возросла протяженность вертикальных кривых в пересеченной и горной местностях она достигла 70% от общей длины проектной линии. Дальнейшее широкое применение методов автоматизированного проектирования автомобильных дорог неизбежно привело к такому положению, когда вся проектная линия продольного профиля представляет собой непрерывную кривую переменного радиуса. Это обстоятельство придает особую актуальность данной проблеме.

Нами установлена необходимость более полного учета перечисленных выше факторов для обеспечения видимости на вертикальных закруглениях дорог, проложенных в сложном рельефе горной местности. Эта необходимость обусловлена наличием на предгорных и горных дорогах

большого количества вертикальных углов поворота трассы значительной величины (от 0,05 до 0,25 радиан).

На основе теоретического анализа нами выявлено наличие трёх диапазонов вертикальных выпуклых углов поворота, различающихся по условиям обеспечения видимости поверхности дороги и встречного автомобиля. Это малые, средние и большие углы, отличающиеся расчетными схемами видимости (рис. 1).

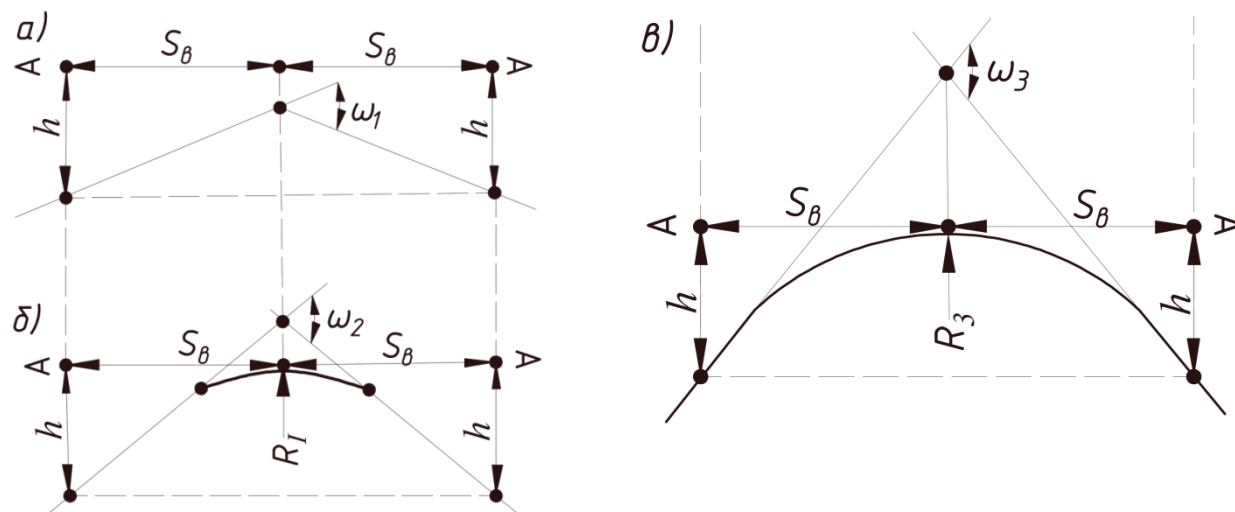


Рис. 1. Расчетные схемы видимости на выпуклых переломах продольного профиля:
а – для малых углов; б – средних; в – для больших углов

Нами установлено, что для обеспечения одинакового расстояния видимости в пределах выпуклых переломов проектной линии различной величины в зависимости от указанной градации диапазонов вертикальных углов поворотов требуется вписывание вертикальных кривых различного радиуса или не требуется вовсе (для малых углов).

Соответствующие зависимости имеют следующий вид.

Для малых вертикальных углов поворота трассы дороги ω (в диапазоне $0 \leq \omega \leq 2h/S_B$) по условиям видимости вообще не требуется вписывание выпуклых кривых (рис. 1,а). Достаточно будет смягчить такой перелом проектной линии кривой с радиусом, определенным из условия предотвращения толчка (так же, как и для вогнутых кривых [3]),

$$R_{\text{вог}} = \frac{v^2}{a}, \quad (1)$$

где v – расчетная скорость движения, м/с;

a – центробежное ускорение, м/с².

При вертикальных углах поворота трассы ω в пределах от $2h/S_B$ до $4h/S_B$ (средние углы) минимальный радиус выпуклой кривой $R_{\text{вып}}$ должен определяться по следующей формуле (см. рис. 1, б):

$$R_{\text{вып}} = \frac{4}{\omega} \left(S_B - \frac{2h}{\omega} \right), \quad (2)$$

где S_B – расстояние видимости поверхности дороги, м;

h – возвышение глаз водителя над поверхностью дороги, м.

Радиусы, определенные с помощью формулы (2), существенно отличаются от нормативных, однако они гарантируют обеспечение расчетной видимости и, следовательно, соответствующий уровень безопасности движения [5].

Нами установлено, что этому случаю соответствует следующая зависимость между параметрами вертикальных выпуклых закруглений и расстоянием видимости:

$$\omega = 8h/(4S_g - L), \quad (3)$$

где L – длина вертикальной кривой, м.

При превышении верхнего предела указанного диапазона вертикального угла поворота трассы (область больших углов) необходимо использовать другую формулу (см. рис. 1, в)

$$\omega = 2hL/S_g^2. \quad (4)$$

Этому случаю как раз и соответствует основная формула из теории проектирования автомобильных дорог [1]

$$R_{\text{вып}} = S_B^2/2h. \quad (5)$$

Для иллюстрации установленного факта на рис. 2 показаны соответствующие графики. На них отчетливо видны так называемые «гарантийные зоны», в пределах которых по условиям видимости не требуется вписывать вертикальные выпуклые кривые (соответствуют диапазону малых вертикальных углов), «зоны варьирования», в пределах которых возможно применение выпуклых кривых различного радиуса при одной и той же расчетной скорости движения в зависимости от вертикального угла поворота трассы (соответствуют диапазону средних вертикальных углов), и «зоны стабильности», в пределах которых радиус остается постоянным независимо от величины ω (соответствуют диапазону больших вертикальных углов).

Границы указанных зон имеют тенденцию к смещению в сторону увеличения вертикального выпуклого угла поворота с уменьшением нормируемого наименьшего расстояния видимости. При этом соответствующие критические значения вертикальных углов поворотов, разделяющие зону «гарантийных зон» и «зону варьирования», «намного больше предельных величин переломов» проектной линии (на рис. 2 показаны пунктирными линиями) при превышении которых, согласно п. 4.20 СП 34.13330.2021, требуется обязательное вписывание вертикальных кривых для обеспечения динамической плавности движения автомобилей.

Таким образом, можно считать теоретически большое влияние величины вертикального выпуклого угла поворота трассы автомобильной дороги на условия видимости и безопасность движения.

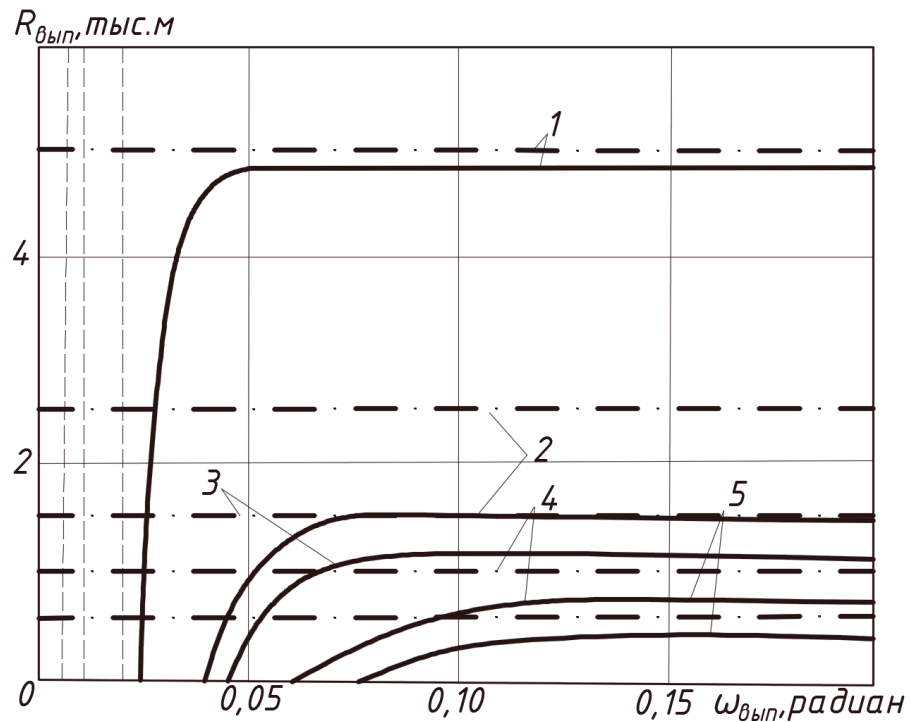


Рис. 2. Зависимость радиусов вертикальных выпуклых круговых кривых от величины вертикального угла поворота трассы:
 1-5 – для расчетных скоростей соответственно 80, 60, 50, 40 и 30 км/ч;
 --- по СП 34.13330.2021; – данные автора.

В свою очередь видимость в пределах вертикальных вогнутых кривых ограничивается только в ночное время. Соответствующая формула имеет следующий вид [1]:

$$R_{\text{вог}} = \frac{S_{\phi}^2}{2(h_{\phi} + S_{\phi} \cdot \sin \alpha)}, \quad (6)$$

где h_{ϕ} – возвышение центра фары над поверхностью дороги, м;
 α – угол распространения пучка лучей света из фары, градусы.

Нами установлено, что эта формула может быть использована только в тех случаях, когда вертикальный угол поворота трассы $\omega > 4(h_{\phi} + S_{\text{в}} \cdot \sin \alpha) / S_{\text{в}}$. При меньших углах перелома проектной линии необходимо применять другую формулу (для кривой длины L).

$$R_{\text{вог}} = \frac{L^2}{8 \left[h_{\phi} + S_{\text{в}} \cdot \sin \alpha - \left(S_{\text{в}} - \frac{L}{2} \right) \frac{\omega}{2} \right]}. \quad (7)$$

В соответствии с терминологией, принятой в данной статье, вертикальные углы вогнутых переломов, соответствующие формуле (6), названы большими, а соответствующие формуле (7) – малыми.

Необходимо отметить, что и в рассматриваемом нами случае проектирования вогнутых закруглений теоретически обоснованным

является утверждение о значительном влиянии вертикального угла поворота на условия движения автомобилей.

С учетом изложенного как обобщающий показатель функциональных качеств закруглений продольного профиля по аналогии с горизонтальными кривыми нами предложен коэффициент крутизны I_v , определяемый по следующей формуле:

$$I_v = \frac{\omega}{R}. \quad (8)$$

В этой формуле угол поворота выражается в радианах, а радиус – в километрах.

Апробирование описанных выше уточненных схем видимости было выполнено студентами кафедры транспортных сооружений имени профессора К.А. Дарагана КубГТУ, включая автора данной статьи, при опытно-экспериментальном проектировании в дипломных проектах под руководством доцента С.С.Близниченко в период с 2010 по 2022 годы. Проектирование осуществлялось с использованием программного обеспечения сертифицированных Систем автоматизированного проектирования автомобильных дорог (САПР АД) «IndorCAD» и «Robur».

Запроектированные продольные профили автомобильных дорог в значительно большей мере соответствовали требованиям безопасности движения, чем традиционные. Одновременно были значительно уменьшены объемы земляных работ (на 27-36%).

На основании вышеизложенного, представляется возможным рекомендовать уточненные нами схемы видимости на вертикальных кривых для практического применения в проектных организациях.

Библиографический список:

1. Макаров А.В. Проектирование продольного профиля дороги на основе видимости//Труды МАДИ. – М.: Гострансиздат, 1934, сб. № 1, с. 7 – 38.
2. Даденков Ю.Н. О некоторых случаях проектирования кривых на автогужевых дорогах//Труды ХАДИ. – Харьков: Гостехиздат Украины, 1937, № 3, с. 4 – 23.
3. Бабков В.Ф. Дорожные условия и безопасность движения. – М.: Транспорт, 1982 – 288 с.
4. Лобанов Е.М. Проектирование дорог и организация движения с учетом психофизиологии водителя. – М.: Транспорт. 1980. – 311 с.
5. Близниченко С.С. О влиянии вертикальных кривых на режимы и безопасность движения транспортных потоков // Изв. вузов. Стр-во и архитект., 1978. № 10. С. 137-139.

Malyuta V.E., Bliznichenko S.S. Modern technologies for ensuring visibility on vertical curves of the longitudinal profile

УДК 625.711.812:629.114.3(23)

СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ РАСЧЕТА СКОРОСТЕЙ ДВИЖЕНИЯ ПО ПРОДОЛЬНОМУ ПРОФИЛЮ ПЕРЕМЕННОЙ КРИВИЗНЫ

Потаков Б.К. (18-СБ-СТ5)

Научный руководитель – канд. техн. наук, доц. Близниченко С.С.

Кубанский государственный технологический университет

Современные технологии проектирования продольного профиля автомобильных дорог с использованием САПР АД предусматривают нанесение проектной линии с использованием линий переменной кривизны – сплайнов. Их аналогом являются поликлотоиды. В данной статье рассмотрен уточненный метод расчета скоростей движения по продольному профилю переменной кривизны.

Modern technologies for designing the longitudinal profile of highways using CAD AD provide for drawing a design line using lines of variable curvature – splines. Their analog is polyclotoids. In this article, a refined method for calculating the speeds of movement along a longitudinal profile by a change in curvature is considered.

Проектирование продольного профиля автомобильных дорог с использованием программного обеспечения Систем автоматизированного проектирования автомобильных дорог (САПР АД) «IndorCAD» и «Robur» предусматривает оценку проектных решений. Эта процедура выполняется с помощью специальных компьютерных программ. Одной из них является программа построения графика коэффициентов безопасности. По алгоритму этой программы вначале рассчитывается скорость движения одиночного расчетного легкового или грузового автомобиля.

Метод расчета скоростей движения по круговым вертикальным кривым проектной линии продольного профиля автомобильных дорог впервые разработал доцент А.Е.Бельский [1]. В дальнейшем В.И.Ксенодохов уточнил этот метод расчета скоростей движения применительно к вертикальным клотоидным кривым [2]. А доцент С.С.Близниченко[3] предложил новый вид кривых – поликлотоиду, которая является аналогом сплайнов. Для поликлотоид требуется вывести соответствующие уравнения для расчета скоростей движения.

Обобщенное уравнение этого класса кривых имеет следующий вид:

$$\rho = R_{\text{пкл}}^{n+2} / l^{n+1} \quad (1)$$

где ρ – текущее значение радиуса кривизны, м;

l – расстояние от начала координат до текущей точки, м;

$R_{\text{пкл}}$ – параметр кривой, м;

n – показатель степени.

Выполненные теоретические исследования свойств этого типа семейства кривых [3, 4, 5] выявили их важную особенность, которая заключается в том, что показатель степени n служит регулятором транспортно-эксплуатационных качеств кривых и, одновременно, индикатором прогнозируемых режимов движения автомобилей. Так,

например, при $n = 0$, уравнение (1) превращается в уравнение обычной клотоиды, а при $n = -1$ – в уравнение круговой кривой. Известно, что обе эти кривые проявляют свои лучшие свойства только при постоянной скорости движения автомобилей. Область значений $n > 0$ представлена соответствующим уравнениями, так называемых тормозных кривых. Описываемое семейство кривых получило название поликлотоиды.

В условиях пересеченной и предгорной местности наблюдаются режимы движения автомобилей с переменной скоростью. Поэтому для закруглений на таких участках дорог рекомендуется применять тормозные поликлотоиды. На рис. 1 показаны, в качестве примера, характеристики дорожного закругления, выполненного с применением различных кривых из семейства поликлотоид (минимальный радиус кривой $R = 30$ м, длина ветви кривой $L = 50$ м).

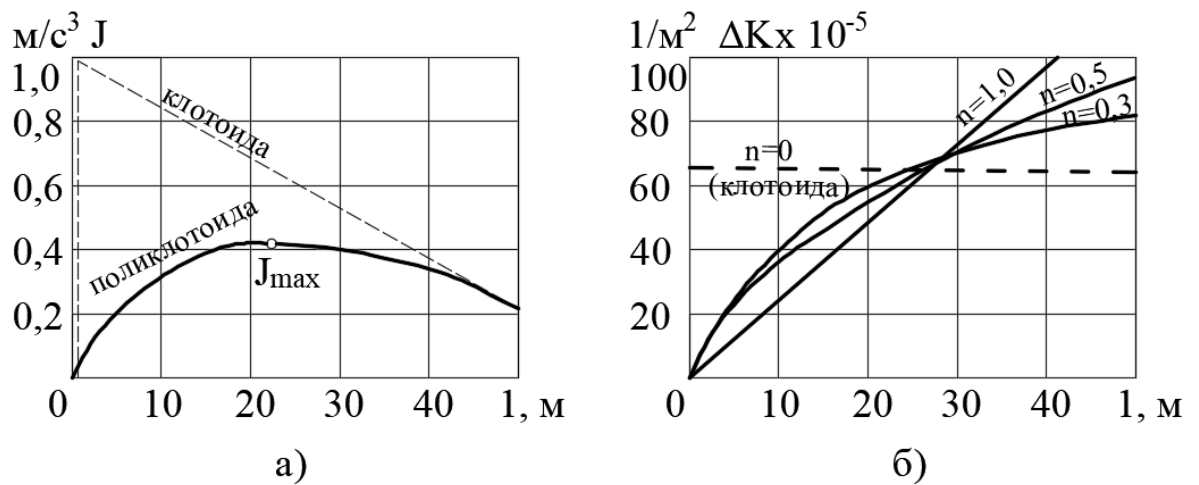


Рис. 1. Характеристики поликлотоидных закруглений:
 а – график изменения скорости нарастания центростремительного ускорения;
 б – изменения кривизны поликлотоидных дорожных закруглений.

Далее представлены выведенные дифференциальные уравнения, описывающие изменение скорости автомобилей при их движении по выпуклым и вогнутым кривым в случае аппроксимации проектной линии продольного профиля поликлотоидной кривой с $n = 1$.

Для "свертывающейся" поликлотоиды, у которой радиус кривизны постепенно уменьшается от R_{min} в направлении движения автомобилей, уравнение для расчета его скорости имеет вид:

$$V_{св} = \left\{ \left(V_{01}^2 - K_{if} \pm \frac{K_2}{P_{n_{кл}}^3} \right) e^{-ml_1} + K_{if} \pm \left(\frac{K_2 - K_3 l_1 + K_4 l_1^2 - K_5 l_1^3}{P_{n_{кл}}^3} \right) \right\}^{1/2}, \quad (2)$$

Для "развертывающейся" поликлотоиды получено выражение:

$$V_P = \left\{ \left[V_{02}^2 - K_{if} \pm \left(\frac{1}{P_{n_{кл}}^3} \right) (K_2 + K_3 l_2 + K_4 l_2^2 - K_5 l_2^3) \right] \times e^{-m(L_2 - l_2)} + K_{if} \pm \left(\frac{1}{P_{n_{кл}}^3} \right) (K_2 + K_3 L_2 + K_4 L_2^2 - K_5 L_2^3) \right\}^{1/2}, \quad (3)$$

В уравнениях (2) и (3) приняты следующие обозначения:

V_{01} и V_{02} – скорости движения в начале ветви биполиклоиды, м/с;

$m, K_{if}, K_{if}'' , K_1, K_2, K_3, K_4, K_5$ – параметры, зависящие от динамических качеств автомобиля;

L_1 и L_2 – соответственно длины первой и второй ветви вертикального закругления, м. Остальные обозначения прежние.

Расчеты скоростей движения расчетных автомобилей по продольным профилям переменной кривизны, проектная линия которых была представлена поликлоотоидами, были выполнены студентами при опытно-экспериментальном проектировании в дипломных проектах.

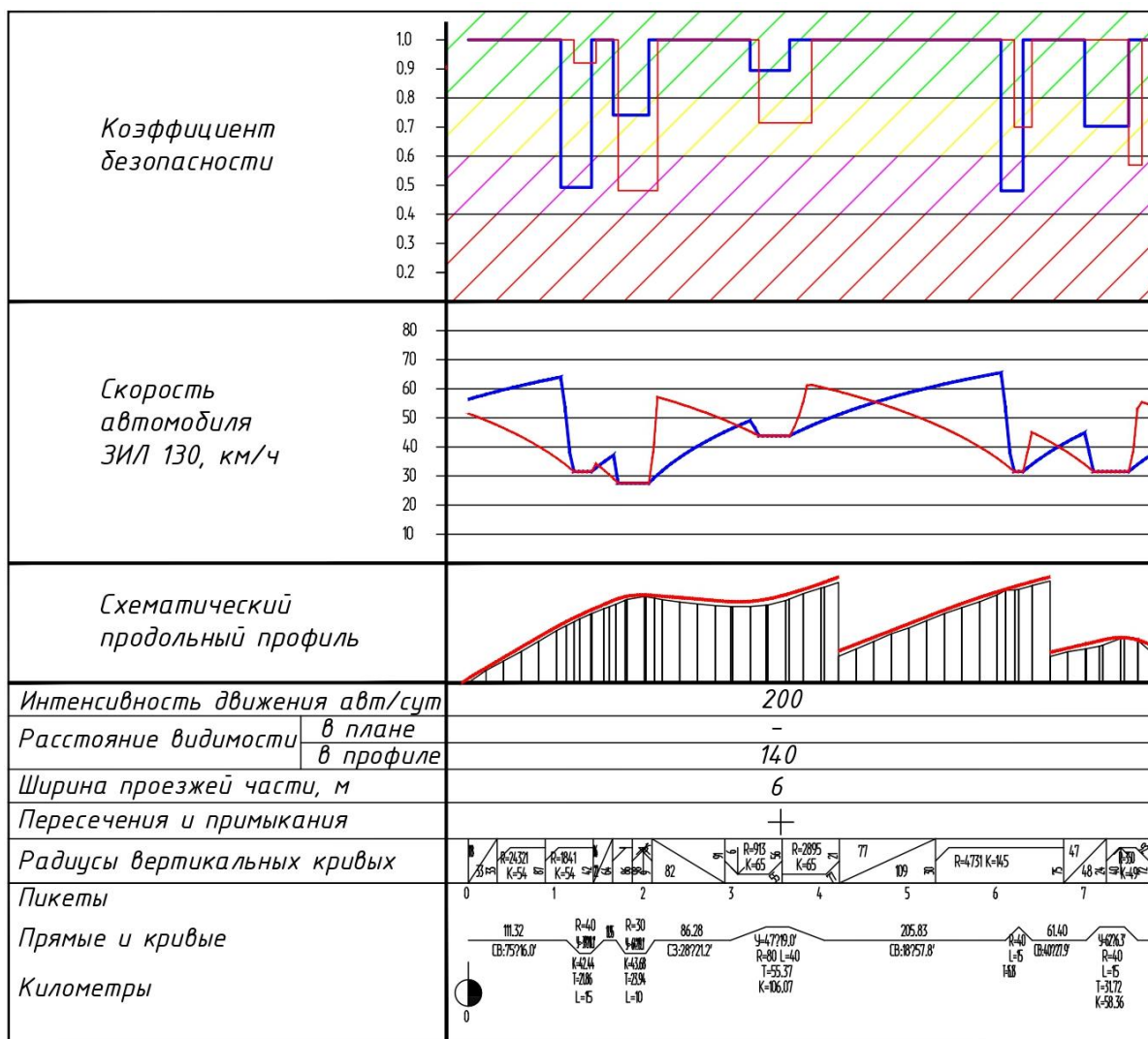


Рис. 2. График коэффициентов безопасности

Проектирование трасс этих участков осуществлялось студентами кафедры транспортных сооружений имени профессора К.А. Дарагана КубГТУ, включая автора данной статьи, при выполнении разделов научно-исследовательских работ (НИРС) выпускных квалификационных работ (ВКР) под руководством доцента С.С. Близниченко в период с 2010 по 2022 годы. Проектирование осуществлялось с использованием программного

обеспечения Систем автоматизированного проектирования автомобильных дорог (САПР АД) «IndorCAD» и «Robur». Рассчитанные графики коэффициентов безопасности позволили объективно оценить качество проектных решений.

Запроектированные трассы указанных автомобильных дорог в значительно большей мере соответствовали требованиям безопасности движения, чем традиционные. Значения коэффициентов безопасности были выше на 16-27%. В качестве примера на рис. 2 показан соответствующий пример графика коэффициентов безопасности.

Кроме того, трассы более соответствовали требованиям ландшафтного проектирования автомобильных дорог по показателям внутренней и внешней гармоничности, зрительной плавности и ясности дальнейшего направления для водителей. Скорости движения расчетных автомобилей также возросли на 9-18%.

На основании вышеизложенного, представляется возможным рекомендовать уточненный метод расчета скоростей движения по продольному профилю переменной кривизны для практического использования в проектных организациях.

Библиографический список:

1. Бельский А. Е. Расчеты скоростей движения на автомобильных дорогах. – М.: Транспорт, 1966. – 120 с.
2. Ксенодохов В.И. Таблицы для клотоидного проектирования и разбивки плана и профиля автомобильных дорог. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Транспорт, 1981. – 431 с.
3. Близниченко С.С. Повышение основных показателей транспортно-эксплуатационных качеств предгорных участков автомобильных дорог: Автореферат диссертации...кандидата технических наук. – Киев: КАДИ. 1989. – 18 с.
4. Близниченко С.С. О влиянии вертикальных кривых на режимы и безопасность движения транспортных потоков. – Известия вузов. Строительство и архитектура, 1978, № 10. С. 137-139.
5. Близниченко С.С. Проектирование вертикальных кривых переменного радиуса. – Автомобильные дороги. 1990. № 1. С. 16-17.
6. Фортуна Ю.А., Близниченко С.С. Разработка основ системы автоматизированного проектирования автомобильных дорог в горной местности // Применение ЭВМ в проектировании автомобильных дорог: Труды / Союздорнии, – М., 1987. С. 97-101.

Potakov B.K., Bliznichenko S.S. Modern technologies for calculating the speeds of movement along the longitudinal profile of variable curvature

ОСОБЕННОСТИ УПРАВЛЕНИЕ ИНФОРМАЦИЕЙ О ГЕОДЕЗИЧЕСКИХ СЕТЯХ В ОБЛАСТИ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ

Соболева Е.Д. (асп. каф. Технологии строительного производства)

Научный руководитель – канд. техн. наук, доцент Сабитова Т.А.

Волгоградский государственный технический университет

Важной функцией государства является развитие, содержание и надежное использование существующих государственных геодезических сетей (ГГС). Современные требования к качеству разрабатываемых геодезических сетей в области автомобильных дорог постоянно обновляются. Обязательным признаком такой оценки также должны быть показатели надежности сети, имеет смысл рассмотреть возможность использования баз данных и современных технологий для управления и распространения имеющейся информации о геодезических пунктах. В статье рассмотрено создание пространственной модели базы данных, которая объединяет информацию о геодезических сетях с целью обеспечения эффективного управления ими.

An important function of the state is the development, maintenance and reliable use of existing state geodetic networks (GGS). Modern requirements for the quality of geodetic networks being developed in the field of highways are constantly being updated. A mandatory feature of such an assessment should also be indicators of network reliability, it makes sense to consider the possibility of using databases and modern technologies to manage and disseminate available information about geodetic points. The article discusses the creation of a spatial database that combines information about geodetic networks in order to ensure effective management of them.

Автомобильные дороги являются важнейшим элементом дорожной инфраструктуры государства. Для изысканий, строительства и последующей эксплуатации, необходимо создание единого транспортного пространства для качественного обеспечения геопространственными данными (ГПД).

При этом методы получения геопространственных данных и технология выполнения инженерно-геодезических работ для объектов дорожной транспортной инфраструктуры обуславливаются конструктивными особенностями автомобильных дорог [1].

Для контроля геометрических параметров используются различные геодезические измерительные приборы (электронные тахеометры, приемники глобальных спутниковых навигационных систем (ГНСС), наземные и воздушные системы лазерного сканирования, опорные станции, беспилотные летательные аппараты). При этом в современных условиях отсутствует единая система геодезических сетей для обеспечения дорожно-транспортной инфраструктуры с учетом достижений науки, техники и технологий.

Современные ГИС-технологии для автомобильных дорог, основанные на использовании передовых отечественных и зарубежных программных продуктах, разработаны ведущими организации, такими как

Сredo_Dialogue, IndorCAD. Вместе с тем, в результатах исследований этих и других разработчиков и ученых в недостаточной степени решены вопросы точности линейных измерений при определении пространственной длины трассы с надежных геодезических пунктов.

На данный момент отсутствует единый подход к систематизации научных и практических знаний в области методов геодезических работ для автомобильных дорог. Создание базы данных методов геодезических работ дает возможность принимать правильные инженерные и управленческие решения при выборе геодезических способов и средств измерений [1].

Для измерения рельефа, особенностей поверхности, координат положения, высот и гравитационных величин в точках земной поверхности необходимы соответствующие опорные точки [2-3]. Геодезические пункты играют важную роль для точности и надежности геодезических и картографических приложений [4]. Объем используемых данных об автомобильных дорогах достаточен для хранения и управления в системе управления базами данных с пространственным расширением. Пространственные базы данных были определены как системы баз данных с моделью и языком запросов, которые поддерживают пространственные типы данных и обеспечивают эффективные алгоритмы индексирования для обработки запросов. Концептуальная модель данных пространственной базы данных должна позволять хранить всю запрашиваемую информацию для удовлетворения требований пользователя. Интеграция пространственных данных в традиционную систему баз данных требует решения нетривиальных проблем на различных уровнях, а проблемы несогласованности, связанные, например, с геометрическим представлением, также должны быть учтены при их реализации [5].

Часто имеется несколько пространственных баз данных, каждая со своей моделью данных, содержащих информацию об одном типе геодезического пункта (например, горизонтальном, вертикальном или гравитационном). Внешняя система, например, онлайн Геоортал, позволяет пользователю получить доступ, поиск и извлечение запрашиваемой информации из одной центральной точки. Геоортал выступает в качестве посредника между поставщиками пространственных данных и пользователями [6]. Важно предоставлять данные о геодезических пунктах. Однако такая распределенная архитектура требует поддерживать и управлять всеми конкретными пространственными базами данных отдельно. Это может вызвать некоторые трудности, т.е. использование различных технологий (систем управления пространственными базами данных) и, соответственно, увеличение затрат на обслуживание системы. Также при актуализации информации о сетях геодезического контроля необходимо проверить, что данные (теоретически хранящиеся в нескольких моделях данных) были соответствующим образом обновлены.

Предложение модели данных интегрированной пространственной базы данных началось с анализа существующих решений. Имелось три

отдельных решения с конкретными моделями данных. Внутренняя документация содержала подробную информацию обо всех процессах над моделями данных, которые должны быть сохранены новой интегрированной пространственной базой данных и разработанным прототипом информационной системы геодезических пунктов. Поскольку существующие модели данных реализованы в различных технологических средах, необходимо рассмотреть вопрос о сопоставлении используемых типов данных и объектов базы данных.

Основным требованием пользователей к новой пространственной базе данных было эффективное управление данными на основе интеграции существующих разнородных моделей данных в одну общую модель данных. Вновь предложенная интегрированная пространственная база данных служит затем в качестве слоя данных в архитектуре прототипа информационной системы геодезических пунктов.

Информация о геодезических пунктах хранится в трех отдельных базах данных, которые администрируют отделом геодезического контроля в Росреестре. Геодезические системы состоят из геодезических пунктов с известными координатами в обязательных системах отсчета.

Базы данных содержат:

- Тригонометрические точки. Все изменения координат хранятся в базе данных поля горизонтальных точек. Точки мелкого контроля, администрируемые в рамках информационной системы кадастра недвижимости, также опубликованы в базе данных поля горизонтальных точек.
- Точки нивелирования (поле вертикальных точек). База данных также содержит точки четвертого порядка и точки поверхностного нивелирования.
- Гравитационные точки (поле гравитационных точек).

Данные, хранящиеся в базах данных, управляются и доступны через Информационную систему полей геодезических пунктов. С точки зрения пользователя, это единая информационная система, однако она состоит из трех отдельных подсистем, основанных на базах данных с различными моделями данных и технологиями.

Моделирование данных является важнейшим этапом проектирования базы данных. Основным требованием Управления по землеустройству (как администратора базы данных) была интеграция нескольких существующих моделей данных в одну общую модель данных.

Информационная система геодезических пунктов должна обеспечивать ввод, редактирование и управление данными о геодезических пунктах, а также предоставлять функциональность для их распространения, чтобы сделать данные доступными для широкой профессиональной общественности. Предоставление информации о полях геодезических пунктов является необходимым условием для эффективной деятельности. В случае обнаружения несоответствия между зарегистрированной и реальной

ситуацией, о нем можно сообщить в Росреестр через веб-форму. Это помогает поддерживать актуальность данных, что необходимо для эффективного процесса принятия решений в государственном управлении.

Профессиональным геодезистам также необходим современный способ доступа к информации о полях геодезических пунктов. Доступ к базе данных полей геодезических пунктов можно получить с помощью бесплатного сервиса, который может использоваться во всех приложениях. Сервис с возможностью запроса атрибутов геодезических данных может также использоваться в мобильных приложениях непосредственно в поле.

Модель новой информационной системы полей геодезических пунктов была предложена с целью обеспечения достаточного управления данными на основе новой интегрированной пространственной базы данных. Модель поддерживает необходимые процессы, как они поддерживались старой системой и были задокументированы в соответствующей системной документации. Предложенная архитектура отражает требования по безопасному и контролируемому доступу к интегрированной пространственной базе данных, которая служит уровнем данных в рамках трехуровневой архитектуры информационной системы геодезических пунктов. По сравнению с этими решениями, описанная здесь модель менее зависит от прикладного программного обеспечения третьих лиц, что обеспечивает большую гибкость при возникновении потребностей в новых функциях.

Таким образом, существующая архитектура информационной системы геодезических пунктов была основана на нескольких подсистемах с различными базами данных. Такой подход сдерживает дальнейшее развитие и внедрение новой функциональности. В связи с текущими требованиями к функциональности инфраструктуры пространственных данных, а также необходимостью обеспечения кибербезопасности, необходимо было предложить модель для существующих баз данных, а также предложить и разработать новую архитектуру и прикладное программное обеспечение на основе веб-технологий. Это позволяет более эффективно управлять информацией в различных областях инженерно-геодезических изысканий для автомобильных дорог.

Библиографический список:

1. Анопин, В. Н. Особенности методов ландшафтно-топографических изысканий для лесозащитного обустройства автомобильных дорог Нижнего Поволжья / В. Н. Анопин, А. С. Рулев, Т. А. Сабитова // Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Строительство и архитектура. – 2019. – № 4(77). – С. 171-181. – EDN HQQIRH.

2. Махов, И.Д. Картографирование придорожных ландшафтов Волгоградской области по аэрокосмической фотоинформации / И.Д. Махов, Е.Д. Соболева // Молодежь и научно-технический прогресс в дорожной отрасли юга России = Youth and scientific-and-technical progress in the roadfield of the south of Russia : материалы XIV Междунар. науч.-техн. конф. студентов, аспирантов и мол. ученых, 20-22 мая 2020 г., Волгоград, посвящ. 75-летию победы в Великой Отечественной войне / М-во науки и высш. образования Рос. Федерации ; Волгогр. гос. техн. ун-т. - Волгоград, 2020. - С. 106-110.

3. Сабитова, Т.А. Сравнительный анализ традиционных методов построения топографических планов и трехмерного лазерного сканирования / Т.А. Сабитова, С.О. Ященко, Е.Д. Соболева // Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. Сер.: Строительство и архитектура. - 2021. - № 1 (82). - С. 79-88.

4. Гайворонская, Д.В. Определение пространственного положения элементов автомобильных дорог методом геодезических координат / Д.В. Гайворонская, И.Д. Махов // Молодежь и научно-технический прогресс в дорожной отрасли юга России = Youth and scientific-and-technical progress in the roadfield of the south of Russia : материалы XV Междунар. науч.-техн. конф. студентов, аспирантов и молодых ученых, 19-21 мая 2021 г., Волгоград / М-во науки и высш. образования Рос. Федерации, Волгогр. гос. техн. ун-т. - Волгоград, 2021. - С. 31-34.

5. Большакова В. Д. Методы и приборы высокоточных геодезических измерений в строительстве. Под ред. В. Д. Большакова. М., «Недра», 2018. — 345 с.

6. Ивасик Д.В., Васильченко А.А., Кокарев К.В. Инновации современной геодезии в дорожном и аэродромном строительстве // ИВД. 2018. №2 (49).

Soboleva E.D. Features management of information about geodetic networks in the field of highways

УДК 625.711.812:629.114.3(23)

СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ В ГОРНОЙ МЕСТНОСТИ

Тибилев Т.В. (18-С-УС2)

Научный руководитель – канд. техн. наук, доцент Близниченко С.С.

Кубанский государственный технологический университет

Развитие туристических маршрутов в горах Северного и Западного Кавказа требует ускоренного развития дорожной сети в этих регионах. Однако сдерживающим фактором является отсутствие специальных правил проектирования горных дорог в России. Существующий нормативный документ СП 34.13330.2021 недостаточно учитывает особенности проектирования автодорог в горах. В данной статье даны предложения по уточнению основных норм проектирования горных автодорог.

The development of tourist routes in the mountains of the Northern and Western Caucasus requires accelerated development of the road network in these regions. However, the lack of special rules for the design of mountain roads in Russia is a limiting factor. The existing regulatory document SP 34.13330.2021 does not sufficiently take into account the design features of highways in the mountains. In this article, proposals are given to clarify the basic standards for the design of mountain roads.

Автомобильные дороги, проложенные в горной и равнинной местностях, имеют существенные отличия. К таким отличиям относятся [1]: значительно большие объемы земляных работ (преимущественно скальных) в горной местности; сложные грунтово-геологические горные условия; резко изменяющиеся по высоте в горах погодно-климатические условия; многочисленные водопропускные и инженерные сооружения на горных дорогах; стесненные и поэтому затрудненные условия для производства в горах строительных и ремонтных работ; высокая стоимость строительных горных дорог.

В различных зарубежных государствах, имеющих развитую дорожную сеть в горных районах, разработаны специальные нормы проектирования горных автомобильных дорог. Их характерной особенностью является снижение расчетных скоростей движения и соответствующих последним параметров геометрических элементов трассы и поперечного профиля по сравнению с нормами на проектирование равнинных дорог (см. табл.1.).

В последние годы наметилась тенденция к повышению транспортно-эксплуатационных качеств горных автомобильных дорог, включая автомагистрали, за счет широкого применения высоких насыпей, тоннелей, эстакад, виадуков и мостов, общее протяжение которых достигает 60%, а в некоторых случаях и 90% от общей длины дороги. Это срочно требует уточнения норм проектирования горных дорог.

Нами на основе авторских многолетних опытно-экспериментальных исследовательских проектных работ в указанной области разработаны соответствующие рекомендации, изложенные ниже.

Таблица 1

Основные нормативы на проектирование горных автомобильных дорог в различных странах мира

Страна	Расчетная скорость движения км/ч	Наименьший радиус кривых в плане, м	Наибольший продольный уклон, ‰
Австрия	60 - 90	25 - 500	45 - 100
Италия	75 - 100	25 - 400	30 - 80
ФРГ	100	20 - 700	-
Франция	60	20 - 700	50 - 80
СФРЮ	30 - 80	20 - 250	60 - 90
Япония	60 - 80	150	30
Австралия	70	75	90 - 110
Индия	20 - 60	15 - 50	100

Основную часть дорожных сетей в горных местностях составляют дороги с двухполосной проезжей частью, крутыми вертикальными и горизонтальными закруглениями, большими продольными уклонами. Условия движения на таких дорогах отличается повышенной сложностью. В результате наблюдается резкое снижение эффективности работы автомобильного транспорта из-за неравномерного режима движения автомобилей с низкими скоростями. Даже кратковременное пребывание в рейсах на автомобильных маршрутах в горной местности вызывает быстрое утомление водителей [2, 3, 4, 5].

Задача научного обоснования нормативов на проектирование автомобильных дорог в горной местности требует совершенствования их классификации, правил и норм проектирования.

Существует, например, классификация рельефа местности по степени трудности выполнения изысканий, проектирования и строительства автомобильных дорог, которая выделяет 5 категорий рельефа: равнинный, слабохолмистый, сильнопересеченный, гористый и горный [1]. Три последних категории, могут быть отнесены к характеристике рельефа

горной местности. По местоположению в горной системе различают: предгорья и нижние части склонов гор, относящиеся к сильно пересеченной категории рельефа, и склоны предгорий с сильно расчлененным рельефом, узкими ущельями и долинами горных рек, большой крутизной склонов и русел водотоков, которые относятся к категории гористого рельефа. К горной категории рельефа относят извилистые горные ущелья с крутыми обрывистыми сильно изрезанными горными склонами, а также перевальные участки горных хребтов.

Если принять в качестве основы указанную классификацию, то можно выделить два основных типа рельефа по расположению в горной системе: предгорный и горный. При этом как в том, так и в другом типе рельефа представлен чередующимися положительными и отрицательными элементами, частота чередования которых, расчлененность и относительные перепады высот возрастают с переходом от предгорных к горным районам.

Статистическая обработка данных о параметрах геометрических элементов перевальных участков горных дорог Киргизской и Таджикской ССРСР и анализ закономерностей изменения природных условий на различных высотах над уровнем моря позволили П.К.Дуюнову [6] выделить три высотные зоны, в пределах которых перевальные участки горных дорог имеют близкие показатели. Данная классификация не охватывает всех разновидностей горных дорог.

Аналогичную обработку статистических данных о параметрах геометрических элементов трасс горных автомобильных дорог выполнил Ю.А.Фортуна, который предложил выделять на горных дорогах равнинные, предгорные, долинные и перевальные участки [7].

В таблице 2 показаны отличия характеристик различных участков горных дорог.

Таблица 2

Сравнение показателей участков горных дорог

Показатели	Типовые группы участков дорог		
	Предгорные (данные С.С. Близниченко)	Долинные (данные Ю.А. Фортуны)	Перевальные (данные П.К. Дуюнова)
Характеристика трасс участников дорог в горной местности			
Среднее число кривых в плане, шт/км	4	6	9
Средняя величина радиуса кривых в плане, м	200	150	110
Средневзвешенный продольный уклон, ‰	41	29	65
Средняя величина угла поворота, град.	39	52	67
Характеристика режимов движения автомобилей			

Средняя скорость грузовых автомобилей, км/ч	38	35	20
Средняя скорость легковых автомобилей, км/ч	54	42	30
Число маневров, шт/км	5-7	3-6	4-8
Верхний предел скорости движения, км/ч	70	62	32
Нижний предел скорости движения, км/ч	30	32	22
Использование тормозных режимов, в % от пройденного пути	35	27	48

С учетом вышеизложенного нами был проведен анализ основного дорожного нормативного документа СП 34.13330.2021 Автомобильные дороги. Актуализированная редакция СНиП 2.05.02-85*, который показал, что приведенные в нем расчетные скорости и параметры геометрических элементов трасс автомобильных дорог недостаточно дифференцированы для условий равнинной и горной местности.

На основе исследований нами предлагается следующее уточнение значений расчетных параметров в таблице 5.1а СП 34.13330.2021:

Категория дороги	Расчетные скорости, км/ч				
	Основные	Допускаемые на трудных участках			
		пересеченной местности	предгорной местности	в горных долинах	на горных перевалах
IA	150	120	110	90	80
IB	120	110	100	80	70
IV	100	100	90	80	60
II	120	110	100	80	60
III	100	90	80	70	50
IV	80	70	60	50	40

Нами также предлагается следующее уточнение значений радиусов кривых в плане в таблице 5.3 СП 34.13330.2021:

Расчетная скорость, км/ч	Наименьшие радиусы кривых в плане, м				
	Основные	Допускаемые на трудных участках			
		пересеченной местности	предгорной местности	в горных долинах	на горных перевалах
150	1200	1100	1000	900	800
120	800	700	600	500	450
100	600	500	400	300	250
80	300	250	250	150	100
60	150	125	125	100	80
50	100	80	100	60	50

Кроме того, нами предлагается следующее уточнение значений радиусов выпуклых кривых в таблице 5.3 СП 34.13330.2021:

Расчетная скорость, км/ч	Наименьшие радиусы выпуклых кривых в продольном профиле, м				
	Основные	Допускаемые на трудных участках			
		пересеченной местности	предгорной местности	в горных долинах	на горных перевалах
150	30000	25000	20000	15000	10000
120	15000	13000	11000	10000	8000
100	10000	9000	8000	7000	5000
80	5000	4500	4000	3500	3000
60	2500	2000	1800	1500	1000
50	1500	1200	1000	900	600

Дополнительно нами предлагается следующее уточнение значений радиусов вогнутых кривых в таблице 5.3 СП 34.13330.2021:

Расчетная скорость, км/ч	Наименьшие радиусы вогнутых кривых в продольном профиле, м				
	Основные	Допускаемые на трудных участках			
		пересеченной местности	предгорной местности	в горных долинах	на горных перевалах
150	8000	6000	5000	4000	3500
120	5000	4000	3000	2500	2000
100	3000	2500	2000	1500	1200
80	2000	1500	1200	1000	800
60	1500	1000	800	600	500
50	1200	800	500	400	300

И наконец, нами предлагается следующее уточнение значений наибольших продольных уклонов в таблице 5.3 СП 34.13330.2021:

Расчетная скорость, км/ч	Наибольшие продольные уклоны, ‰				
	Основные	Допускаемые на трудных участках			
		пересеченной местности	предгорной местности	в горных долинах	на горных перевалах
150	30	35	40	45	50
120	40	45	50	55	60
100	50	55	60	65	70
80	60	65	70	75	80
60	70	75	80	85	90
50	80	85	90	95	100

Приведенные в четырех последних таблицах уточненные основные параметры геометрических элементов трассы горных дорог, включая автомагистрали, были апробированы студентами кафедры транспортных сооружений имени профессора К. А. Дарагана КубГТУ при выполнении в 2010-2022 годах научно-исследовательских (НИРС) курсовых и

дипломных проектов на реальной основе под руководством доцента С.С. Близниченко.

В качестве объектов исследований в этих НИРС были выбраны трассы перспективных горных автомагистралей Кисловодск – Красная Поляна, Краснодар – Абинск – Кабардинка, Апшеронск – Дагомыс и Майкоп – Туапсе.

Опытно-экспериментальное проектирование трасс указанных горных автомобильных дорог велось автоматизированным методом [8] по отдельным характерным участкам, соответствующим рельефу местности: пересеченному, предгорному, и горному. При этом в горном рельефе были выделены равнинные, предгорные, долинные и перевальные участки трасс.

Проектирование трасс этих участков осуществлялось студентами с использованием программного обеспечения Систем автоматизированного проектирования автомобильных дорог (САПР АД) «IndorCAD».

Запроектированные трассы указанных горных автомагистралей в значительно большей мере соответствовали требованиям ландшафтного проектирования автомобильных дорог по показателям внутренней и внешней гармоничности, зрительной плавности и ясности дальнейшего направления для водителей. Кроме того, были существенно уменьшены объемы земляных работ (на 20-35%). Выполненная оценка проектных решений по графикам коэффициентов безопасности и аварийности также выявила существенное улучшение условий безопасного движения автомобилей по этим горным автомагистралям.

На основании вышеизложенного, представляется возможным рекомендовать разработчикам СП 34.13330.2021 включить в них наши рекомендации по уточнению расчетных скоростей и параметров геометрических элементов трасс горных автомобильных дорог.

Библиографический список:

1. Близниченко С.С. Повышение основных показателей транспортно-эксплуатационных качеств предгорных участков автомобильных дорог: Автореферат диссертации... кандидата технических наук. – Киев: КАДИ. 1989. – 18 с.
2. Близниченко С.С. О влиянии вертикальных кривых на режимы и безопасность движения транспортных потоков. – Известия вузов. Строительство и архитектура, 1978, № 10. С. 137-139.
3. Близниченко С.С., Купин П.П., Игнатъев В.П. Проектирование кривых в плане на предгорных участках автомобильных дорог. – Известия вузов. Строительство и архитектура, 1984, № 6. С. 116-120.
4. Близниченко С.С. Проектирование вертикальных вогнутых кривых на предгорных участках автомобильных дорог. – Известия вузов. Строительство и архитектура, 1986, № 11. С. 97-101.
5. Близниченко С.С. Проектирование вертикальных выпуклых кривых на предгорных участках автомобильных дорог. – Известия вузов. Строительство и архитектура, 1987, № 11. С. 93-96.
6. Дуюнов П.К. Дороги в горной местности. – Самара: ФГБОУ ВПО "СГАСУ", 2015. С. 37-38.

7. Фортуна Ю.А. Исследование влияния на режим движения автомобилей элементов долинных трасс горных дорог с целью их проектирования: Автореферат диссертации ... кандидата технических наук. – М: МАДИ, 1979. – 18 с.

8. Фортуна Ю.А., Близначенко С.С. Разработка основ системы автоматизированного проектирования автомобильных дорог в горной местности // Применение ЭВМ в проектировании автомобильных дорог: Труды / Союздорнии, – М., 1987. С. 97-101.

Tibilov T.V., Bliznichenko S.S. Modern technologies for designing highways in mountainous areas

УДК 69.504 + 711.4:504

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ СРЕДОЗАЩИТНЫХ ПОЛОС ЗЕЛЕННЫХ НАСАЖДЕНИЙ НА ОБЪЕКТАХ ТРАНСПОРТНОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ

Топчиева Д.С. (гр. КБТ-1-20)

Научный руководитель – канд. техн. наук, доцент Балакин В.В.

Волгоградский государственный технический университет

Изучены газозащитные свойства линейно-полосных объектов озеленения транспортных коммуникаций. Наиболее оптимальной является полоса зеленых насаждений с усиленной плотностью в нижнем ярусе, обеспечивающая эффективное рассеяние выбросов автомобилей в верхнем слое атмосферы.

The gas-protective properties of linear-strip landscaping objects of transport communications have been studied. The most optimal is a strip of green spaces with increased density in the lower tier, which provides effective dispersion of car emissions in the upper layer of the atmosphere.

Функционирование транспортных систем городов оказывает заметное влияние на санитарно-гигиеническое состояние атмосферы, водоемов, почвы, биоты и условия жизнедеятельности населения, проявляющееся через такие факторы негативного воздействия, как газовое, пылевое, шумовое, электромагнитное и тепловое загрязнения. Участки городской территории, занимаемые объектами транспортной инфраструктуры, отличаются в высокой степени трансформированным, «особым видом природно-антропогенного ландшафта» [1]. Его характерными признаками являются «нарушение единой структуры» и «расчлененность транспортными коммуникациями», увеличение жесткости за счет вытеснения растительного покрова. В результате интенсификации использования городского пространства здесь «исчезли растительные комплексы (биогеоценозы), которые обязаны нести средоформирующие, природоохранные и эстетические функции» [2].

С экологической точки зрения положение и поведение человека в таком пространстве ухудшается. И здесь в качестве основного средства формирования объемно-пространственной композиции и структуры территории, снижения и сглаживания напряженности и конфликтности урбанизированной среды используется озеленение. В городских условиях, при небольшом разнообразии урбанизированного ландшафта,

эмоциональное состояние горожанина в значительной степени зависит от цветового сочетания элементов пейзажа. Однако в окраске плоских поверхностей фасадов зданий и транспортных сооружений современного города доминирует серый цвет бетона и асфальта. В природе же преобладает благоприятный для зрительного восприятия зеленый цвет растений и множество других цветов и оттенков [3]. Кроме этого, зеленые насаждения являются важным компонентом городского ландшафта, принимающим участие в процессах трансформации воздушных потоков, рассеяния атмосферных загрязнений, снижения запыленности и шума и формировании благоприятной городской среды.

Объекты озеленения, формируемые в градоэкологической системе «городской транспорт – природная среда – жилая территория», служат «зеленым фильтром», обеспечивающим повседневные потребности городских жителей в свежем воздухе, местах отдыха и общения с природой. Активный отдых может снизить уровень заболеваемости сердечно-сосудистой системы примерно наполовину, органов дыхания — почти на 40%, нервной и костно-мышечной системы — на 30% [4]. Использование рекреационных ресурсов сокращает потери от временной нетрудоспособности на 3—4 дня в расчете на каждого человека, повышает производительность труда на 3%. Благоприятное воздействие зеленых насаждений на городского жителя объясняется способностью поглощения свободной углекислоты, хлоридов и фторидов, выделения в окружающую среду кислорода и фитонцидов [5].

На магистральных дорогах и улицах в пределах разделительных полос находят применение, в основном, линейно-полосные структуры древесно-кустарниковых насаждений. Однако используемые здесь конструкции полос озеленения еще недостаточно обеспечивают снижение уровня загазованности и акустический комфорт на прилегающей территории [6, 7]. В полной мере средозащитный потенциал полос зеленых насаждений проявляется при правильном выборе приемов озеленения и породного состава растений.

На транспортных коммуникациях выбор структуры и ассортимента зеленых насаждений обуславливается транспортно-технологическими, экологическими, планировочными и микроклиматическими факторами, с учетом которых обеспечивается достаточная видимость, необходимый скоростной режим транспортных потоков, безопасность движения, защита общественных пространств и территории жилой застройки от негативного воздействия транспорта, понижение температуры воздуха в летний период года и местная ветрозащита. Важную роль здесь играет оптимальная позиция объектов озеленения, как по отношению к источникам дискомфорта — транспортным потокам и стоянкам автомобилей, так и относительно объектов защиты — пешеходных зон, жилых и общественных зданий, детских дошкольных и образовательных учреждений, зон рекреации. Вместе с тем, формируемые структуры древесно-кустарниковых

насаждений — рядовые посадки и группы деревьев и кустарников, живые изгороди должны вписываться в объемно-пространственную композицию транспортных сооружений и не создавать помехи для выполнения их основных функций, а также отвечать требованиям архитектурно-ландшафтной организации территории [8–11]. Вместе с правильным планировочным решением объектов озеленения должны быть обеспечены их архитектурно-эстетические качества и необходимая пейзажная привлекательность городского ландшафта.

При оценке экологической эффективности зеленых насаждений с учетом многофакторного негативного воздействия автомобильного транспорта на городские средовые системы необходимо выделить доминирующий фактор и определить имеющиеся ресурсы снижения его влияния на жилую среду. Анализ натуральных обследований состояния городской среды показывает, что на объектах транспортной инфраструктуры в качестве основного экологического фактора выступает загазованность атмосферного воздуха в сочетании с ведущим фактором микроклимата — ветровым режимом, поскольку между ними существует функциональная связь [12].

Уровень концентрации в атмосферном воздухе токсичных веществ, выбрасываемых на транспортных сетях городов, в значительной мере определяется скоростью ветра и особенностями его трансформации под воздействием застройки и зеленых насаждений. При скорости ветра в пределах 3...5 м/с разность уровней загазованности транспортных коммуникаций с различными по интенсивности и структуре транспортными потоками сводится до минимума [13]. Поэтому можно считать, что ветер нивелирует уровень загрязнения воздуха на транспортной сети города в целом.

Деревья и кустарники, в отличие от непроницаемых элементов застройки — зданий и сооружений, являются частично проницаемыми препятствиями, за которыми происходит смешение двух турбулентных воздушных струй — проходящей сквозь преграду и огибающей ее сверху [14]. Благодаря этому аэродинамическому свойству снижение уровня загрязнения воздуха придорожными полосами зеленых насаждений происходит путем частичного поглощения и осаждения выбросов автомобилей в кронах [15], а также, и в основном, — благодаря их рассеянию в верхние слои атмосферы за счёт аэродинамических свойств посадок [16, 17].

Хвойные растения способны адсорбировать из атмосферы свинец, цинк, кобальт, хром, медь, титан, молибден. Из лиственных пород наилучшими адсорбентами железа и марганца являются каштан конский обыкновенный и липа мелколистная, свинца — клен остролистный и тополь, серы — липа мелколистная и клен остролистный [4]. Значительной способностью улавливать аэрозоли и пыль обладают вяз, шелковица, бузина, рябина, сирень [5].

Что касается газопоглощения сравнительно узкими полосами озеленения городских дорог и улиц, при практически непрерывной фильтрации через них газов, выбрасываемых транспортным потоком, этот эффект не должен переоцениваться. Поглощаемая древесными растениями часть газов проникает в листья через устьица и диффундирует в межклеточное пространство. Параллельно с поглощением ингредиентов протекает достаточно сложный процесс транслокации их по растению и удаления в воздух и почву. Для растений, прежде всего, важна сбалансированность их химического состава — основного условия нормального развития и роста. При превышении некоторых пороговых концентраций поллютантов в листьях и хвое снижается фотосинтез, появляются средние и сильные повреждения, а затем наступает их гибель и дерева в целом. Поэтому все древесные растения обнаруживают способность избирательно извлекать химические элементы и некоторую периодичность процесса поглощения газов. Причем поглощение происходит до определенного максимума, а затем снижается или даже прекращается. В результате исследования поглотительной способности различных древесных пород О.В.Чернышенко сделан вывод о том, что концентрации оксидов серы и азота в воздухе не коррелируют с уровнем их накопления в листьях [15]. При накоплении порогового уровня поглощения древесные растения начинают освобождаться от загрязнителей. Поэтому с помощью химического анализа здесь можно регистрировать лишь остаток соединений поллютанта в листьях или разность между количеством поглощенного и удаленного ингредиента в другие органы растений, атмосферу, почву.

В зонах максимальной загазованности наблюдается снижение основных физиологических процессов, общее ослабление растений и последующее снижение их жизнеспособности. Поэтому в практике озеленения объектов транспортной инфраструктуры, отличающихся высоким уровнем загрязнения воздуха, находят применение газоустойчивые виды деревьев и кустарников. Эта группа растений практически не аккумулирует атмосферные загрязнители, поскольку обладает пониженным газообменом и более высокой скоростью метаболизма.

Таким образом, при формировании средозащитных полос озеленения вблизи проезжей части транспортных коммуникаций количество рядов деревьев и кустарников, форма и плотность их крон должны устанавливаться, прежде всего, с точки зрения их способности рассеивать поллютанты в атмосфере. Из имеющихся в литературе экспериментальных данных следует, что при трансформации воздушного потока через лесные полосы ведущую роль играют их высота, характер штамба, форма и плотность крон, шаг посадки деревьев в ряду, величина междурядий и дендрологический состав [15, 16]. От этих характеристик и параметров зависят сомкнутость древесных растений в рядах, плотность их фитомассы и фронтальной структуры полос озеленения в целом [7], а также площадь

поверхности осаждения ингредиентов [17]. Причем эффект снижения скорости ветра полосой зависит не от ее ширины, а от густоты деревьев и кустарников.

По наблюдениям А. В. Городкова, наибольшая густота ветвления и облиствения свойственна наиболее освещенным опушечным рядам полос древесно-кустарниковых насаждений, состоящих из основных пород и образующих «ступенчатую» форму их поперечного сечения [7]. Расширение таких полос возможно лишь путем увеличения числа внутренних рядов деревьев, плотность фитомассы которых незначительна. Отсюда следует, что плотность и объем фитомассы расширяемой полосы возрастают не прямо пропорционально увеличению количества рядов и ее общей ширины, а в гораздо меньшей степени. В полезащитном лесоразведении такая особенность лесных полос дает возможность свести до некоторого минимума их ширину и площадь на склонах без заметного ослабления ветрозащитной эффективности [18].

На рисунке 1 показано распределение концентрации оксида углерода (СО) в воздухе за полосами озеленения транспортных коммуникаций [19]. Характер изолиний подтверждает изложенное выше положение о том, что придорожные зеленые полосы являются полупроницаемыми экранами, способными отклонять и рассеивать часть отработавших газов (ОГ) автомобилей в верхнем слое атмосферы. Другая их часть просачивается сквозь ветви и листья. Из сравнения схем рассеяния СО следует, что наиболее выгодными по газозащитным свойствам являются непродуваемые линейно-полосные структуры зеленых насаждений с усиленной плотностью в нижнем ярусе благодаря более выраженной изолирующей способности. Их газозащитная эффективность на 30% больше, чем у продуваемых структур. Наименьший уровень загрязнения за полосой плотной конструкции наблюдается в тротуарной части, а максимальная загазованность отмечена на расстоянии 2...3 высот полосы. Следовательно, для расширения зоны газозащитного воздействия полос озеленения в пределах общественных пространств, формируемых вблизи транспортных коммуникаций, в их составе необходимо предусматривать рядовые посадки высокорастущих деревьев (клены, тополя и др.).

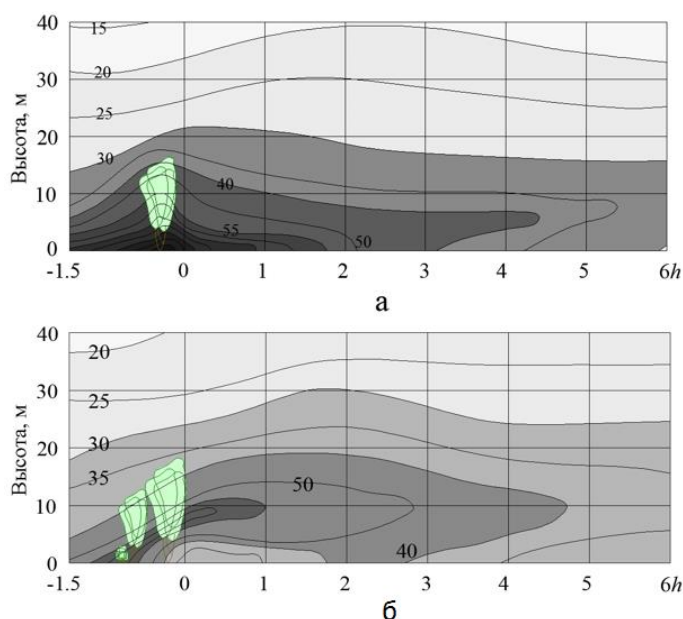


Рис. 1. Снижение концентрации CO, %, полосами зелёных насаждений. а — продуваемая конструкция (1—2 ряда деревьев); б — плотная конструкция (2—3 ряда деревьев с однорядным кустарником). h — высота полосы. 100% — концентрация CO у края дороги на высоте 1,5 м.

Учитывая закономерности распространения ОГ за полосами озеленения их газозащитную эффективность можно установить по формуле:

$$\omega = \frac{q_0 - q_3}{q_0} \cdot 100 = \left(1 - \frac{q_3}{q_0}\right) \cdot 100, \% \quad (1)$$

где q_0 и q_3 — соответственно концентрация изучаемого вещества в воздухе перед полосой и ее среднее значение за полосой на расстоянии в пределах трех ее высот.

Графики зависимости газозащитной эффективности линейно-полосных структур зеленых насаждений от коэффициента ажурности, характеризующего их плотность, для древесно-кустарниковых растений разной высоты приводятся на рисунке 2 [19]. Данную зависимость можно представить степенной функцией:

$$\omega = 48 \cdot (1 + 0,016h) \cdot K^{\frac{2}{3}}, \quad (2)$$

где h — средняя высота деревьев и кустарников в полосе, м ($h \geq 5$); K — коэффициент ажурности.

По характеру кривых на рисунке 2 видно, что они занимают наиболее крутое положение при увеличении коэффициента ажурности полос озеленения до значений 0,5...0,6, а затем повышение их газозащитной эффективности происходит более плавно. Очевидно, увеличение ширины полосы сверх ее некоторого оптимального значения путем увеличения рядов деревьев не приводит к прямо пропорциональному повышению ее газозащитной эффективности. Это согласуется с выводами, сделанными по результатам изучения изменения плотности фитомассы и ветрозащитной эффективности полос зеленых насаждений при их расширении [7, 18].

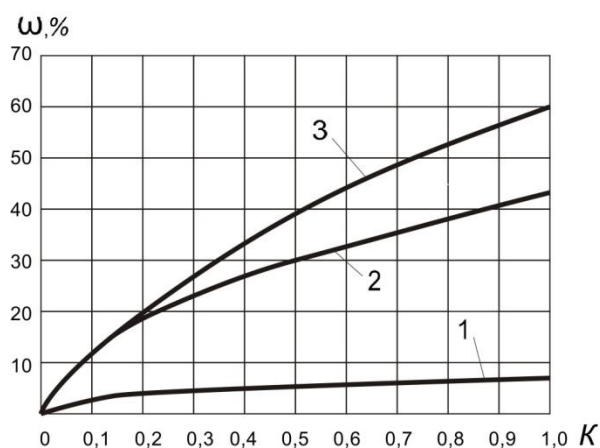


Рис. 2. Снижение концентрации CO полосами зеленых насаждений плотной конструкции (в %) в зависимости от коэффициента ажурности и высоты (h).
1 — $h = 1,6$ м (кустарник); 2 — 9 м; 3 — 14 м.

Данный эффект необходимо учитывать при озеленении улиц в целях защиты прилегающей территории от загазованности, когда их ширина оказывается недостаточной для формирования линейно-полосных структур зеленых насаждений максимальной плотности из-за наличия технических разделительных полос для инженерных коммуникаций, где не предусматривается посадка деревьев. В таких случаях необходимо формировать полосы озеленения со значением $K = 0,5 \dots 0,6$, при котором происходит наиболее эффективное снижение концентрации CO. Как следует из таблицы 1, такую плотность могут иметь двух-четырёх-рядные посадки деревьев с двумя рядами кустарника общей шириной 8...15 м [20].

Таблица 1

Снижение концентрации CO полосами зеленых насаждений (в %)

Тип посадки	Высота, м	Ширина, м	Коэффициент ажурности*	Газозащитная эффективность **, %
Один ряд деревьев с одним рядом кустарника	5–8	4–6	0,2–0,4	17–28
	8–10			18–29
	10–15			20–32
Два ряда деревьев с одним рядом кустарника	5–8	6–8	0,3–0,6	23–27
	8–10			24–38
	10–15			26–42
Два ряда деревьев с двумя рядами кустарников	5–8	8–10	0,4–0,7	28–41
	8–10			29–43
	10–15			32–47
Три-четыре ряда деревьев с двумя рядами кустарников	5–8	10–15	0,5–0,8	33–45
	8–10			34–47
	10–15			37–51
Пять-шесть рядов деревьев с четырьмя рядами кустарников	5–8	20–30	0,7–1,0	37–48
	8–10			38–50
	10–15			42–55

*Коэффициент ажурности — отношение площади, занимаемой стволом, ветвями и листвой деревьев и кустарников, к общей площади фронтальной проекции полосы зеленых насаждений.

**За 100% принят уровень загрязнения воздуха над краем проезжей части городской дороги с подветренной стороны на высоте 1,5 м.

Насаждения для озеленения транспортных коммуникаций должны быть быстрорастущими. Для этого подходят клен полевой, каштан конский, тополя серебристый и черный, кизильник, боярышники, бересклет, пузыреплодник, снежнаягодник [21]. При подборе ассортимента растений для средозащитных полос следует иметь в виду, что их аэродинамическая характеристика и газозащитная эффективность существенно зависят от структурных особенностей крон деревьев и кустарников различных пород, а также от их сезонной изменчивости.

Библиографический список:

1. Кочуров Б. И., Ивашкина И. В. Культурный городской ландшафт: геоэкологические и эстетические аспекты изучения и формирования // Экология урбанизированных территорий. 2010. №4. С.15–23.
2. Ивашкина И. В., Кочуров Б. И. Формирование пространственной композиции культурного ландшафта города // Экология урбанизированных территорий. 2012. №3. С.22–28.
3. Воскресенская А.И. Колористическая организация открытых пространств как средство создания визуальной комфортной городской среды // Лесной Вестник. 2015. Том 19. №5. С. 66–70.
4. Нижник М. С. Лес и отдых. Киев: Наукова думка, 1989. 111 с.
5. Мамин Р. Г. Эколого-экономические методы регулирования качества окружающей среды урбанизированных территорий: дис. ... канд. экон. наук. М., 2003. 133 с.
6. Кочуров Б. И., Ивашкина И. В. Урболандшафты Москвы и их пространственная трансформация // Экология урбанизированных территорий. 2015. №2. С.48–54.
7. Городков А. В. Ландшафтно-средозащитное озеленение и его влияние на экологическое состояние крупных городов Центральной России: дис. ... д-ра сельскохоз. наук. СПб., Брянск. 2000.Т.1. 443 с.
8. Ильченко И.А. Система зеленых насаждений города как средообразующий фактор городского микроклимата // Вестник Таганрогского института управления и экономики, 2014. No 1 (19). С. 37–42.
9. Kabisch N., Strohbacha M., Haasea D., Kronenberg, J. Urban green space availability in European cities // Ecological Indicators. 2016. Vol. 70, pp. 586–596.
10. Perini K., Magliocco A. Effects of vegetation, urban density, building height, and atmospheric conditions on local temperatures and thermal comfort // Urban Forestry & Urban Greening. 2014. Vol. 13(3), no. 10, pp. 495–506.
11. Теодоронская М.В. О некоторых способах архитектурно-ландшафтной организации «зеленых» дорог // Лесной вестник 2018. Т. 22. No 3. С. 110–117.
12. Балакин В.В. Влияние ветрового режима на очищение воздуха магистральных улиц от выбросов автотранспорта // Гигиена и санитария. 1980. №6. С. 5–7.
13. Балакин, В.В. Градостроительные мероприятия по регулированию аэрационного режима и снижению загрязнения атмосферного воздуха транспортных коммуникаций / В.В. Балакин // Вестник ВолгГАСУ. Серия: Строительство и архитектура. 2022. Вып. 2 (87). С. *.
14. Серебровский Ф. Л. Аэрация населенных мест. М.: Стройиздат, 1985. 170 с.
15. Чернышенко О. В. Поглощительная способность и газоустойчивость древесных растений в условиях города: дис. ... д-ра биол. наук. М. 2001. 193 с.
16. Смалько Я. А. Ветрозащитные особенности лесных полос разных конструкций. Киев: Гос. изд-во с.-х. литературы УССР, 1963. 190 с.

17. Janhäll S. Review on urban vegetation and particle air pollution – deposition and dispersion // Atmospheric Environment. 2015. Vol. 105, no. 5, pp. 130–137.

18. Константинов А. Р., Струзер Л. Р. Лесные полосы и урожай. Л.: Гидрометеиздат, 1974. 213 с.

19. Балакин В.В. Формирование объектов озеленения комплексного средозащитного назначения на магистральных дорогах и улицах / В.В. Балакин // Евразийский союз ученых (ЕСУ). 2015. № 4 (13), ч. 9. С. 151–153.

20. Балакин В.В. Принципы формирования средозащитных полос зеленых насаждений на городских дорогах и улицах / В.В. Балакин // Ученые Волгограда – развитию города: сб. ст. Волгоград, 2009. С. 109–111.

21. Ивченко Т.В., Романова Р.А., Короткова Е.Ю. Озеленение крупных населенных пунктов как компенсация загрязнения атмосферного воздуха автомобильным транспортом // Экология урбанизированных территорий. 2014. №1. С.30–33.

Topchieva D.S. Evaluation of the effectiveness of environmental protection strips of green spaces at transport infrastructure facilities

ИННОВАЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ И ТЕХНОЛОГИИ В ДОРОЖНОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ

УДК 625.85

МЕТОДЫ ПОВЫШЕНИЯ КАЧЕСТВА И ДОЛГОВЕЧНОСТИ АСФАЛЬТОБЕТОННЫХ ПОКРЫТИЙ

Дедуренко В.А., Колосков Р.С. (гр. СМ-3-21)

Научный руководитель — канд. техн. наук, доцент Лескин А.И.

Волгоградский государственный технический университет

В статье рассматривается влияние состава асфальтобетона и применяемого в его составе органического вяжущего на процессы образования колеи в верхних слоях покрытий автомобильных дорог. Рассмотрены пути повышения качества и долговечности асфальтобетонных покрытий путем армирования пучками полипропиленовых волокнами, которые предотвращают отраженное трещинообразование, колееобразование, а также позволяет уменьшить толщину слоя без потери устойчивости. Произведен сравнительный анализ с импортной добавкой FORTA FI.

The article examines the influence of the composition of asphalt concrete and the organic binder used in its composition on the processes of formation of ruts in the upper layers of road coverings. The ways of improving the quality and durability of asphalt concrete coatings by reinforcing bundles of polypropylene fibers, which prevent reflected cracking, rutting, and also reduces the thickness of the layer without loss of stability, are considered. A comparative analysis was made with the imported additive FORTA FI.

Из-за увеличения интенсивности движения автомобильного транспорта на дорогах РФ стала образовываться колея. Колейность является опасным дефектом на дорогах и поэтому борьба с ней является актуальной проблемой для дорожной отрасли не только России, но и стран Европы.

Основными причинами возникновения колеи на асфальтобетонных покрытиях являются:

- отсутствие нормативно закрепленной методики расчета дорожных конструкций на прогнозирование колееобразования;
- недоучет различных видов нагрузки при проектировании дорожной одежды;
- несоответствие вида асфальтобетона и вяжущего транспортным нагрузкам и климатическим условиям;
- износ покрытия вследствие интенсивного воздействия автомобилей с шипованными шинами.

В настоящее время исследователями выделяется 3 вида колееобразования [2, 4]:

1. Пластическое колееобразование, которое происходит из-за накопления незначительных по величине сдвиговых деформаций и зависит от свойств асфальтобетона и вида вяжущего, которое в нем применяется.

2. Абразивное колееобразование, которое образуется при истирающем воздействии шин, особенно шипованных.

3. Колееобразование по всей толщине дорожной одежды, которое происходит по причине недостаточной прочности дорожной одежды, приводящей к деформированию всех слоев, включая рабочий слой земляного полотна.

Каждый из указанных типов колееобразования имеет свои потенциальные пути решения, которые кроются, прежде всего, в устранении или смягчении тех факторов, которые его вызывают [3].

Колееобразование происходит в верхнем слое асфальтобетонного покрытия. В свою очередь, асфальтобетон является широко применяемым материалом, следовательно изучению его свойств необходимо уделять большое внимание, поэтому поиск и разработка наиболее колееустойчивых составов и типов асфальтобетонных смесей, в том числе на различных вяжущих материалах, является главной задачей в борьбе с колееобразованием.

Асфальтобетон – сложный строительный материал, на свойства которого большое влияние оказывают гранулометрический состав смеси, тип, сорт и качество битумного или иного вяжущего, качество уплотнения асфальтобетона в покрытии и т. д.

Соответственно в результате анализа научной, технической литературы и экспериментальных данных явное преимущество демонстрируют многощелебнистые асфальтобетоны. Чтобы увеличить колееустойчивость и сдвигоустойчивость асфальтобетона в составе последнего должно быть больше щебня.

В России асфальтобетон в России восприняли как специальный материал, предназначенный для устройства верхних слоев покрытия главным образом для борьбы с келейностью [3]. Со временем его применения на российских дорогах отношение к нему стало позитивным [3, 4].

Кроме применяемой асфальтобетонной смеси, качество нефтеперерабатывающих заводов нефтяной дорожной вязки не гарантирует надежной работы в асфальтобетонной смеси и не соответствует современным стандартам строительства, эксплуатации дорог России. Для того, чтобы повысить прочность и пластичность асфальтобетона вместо вязкого дорожного битума целесообразней использовать полимерно-битумное вяжущее (ПБВ).

Анализ отечественного и зарубежного опыта проектирования и строительства дорожных одежд с асфальтобетонными покрытиями показывает, что обеспечение требуемых эксплуатационных качеств дорожного покрытия может быть достигнуто за счет функционального конструирования пакета асфальтобетонных слоев, при котором за каждым слоем асфальтобетона закреплены определенные свойства соответственно видам деформаций и напряжений в них возникающим [5].

Верхний слой асфальтобетонных покрытий должен быть устойчивым к износу, колееобразованию и температурному трещинообразованию, для его

устройства следует применять щебеночно-мастичный асфальтобетон на модифицированных битумах или полимерно-битумном вяжущем.

Нижний слой асфальтобетонных покрытий выполняет функцию несущего слоя покрытия дорожной одежды и должен быть устойчивыми к накоплению пластических деформаций при повышенных летних температурах при многократном приложении транспортных нагрузок. Для его устройства используют плотные мелкозернистые или крупнозернистые полимерно-дисперсно-армированные асфальтобетоны.

Верхний слой оснований (совместно со слоями покрытий) должен обеспечивать несущую способность дорожных одежд и быть устойчивым к усталостному трещинообразованию и накоплению пластических деформаций при многократном приложении транспортных нагрузок. Для его устройства используют плотные и пористые крупнозернистые полимерно-дисперсно-армированные асфальтобетоны.

На сегодняшний день в дорожном строительстве существует много методов борьбы с колеиностью, широко распространен метод армирования асфальтобетонных смесей. Известно армирование асфальтобетонных смесей стальными фиброволокнами, органическими полимерными волокнами, древесными волокнами. У каждого вида армирования есть свои минусы и плюсы.

Наблюдения, проведенные немецкими и другими специалистами по строительству автомобильных дорог, показали, что хотя при применении различных армирующих материалов (полимерных, стальных решеток, решеток из стекловолокна и др.) образование трещин полностью не исключается, но начало трещинообразования значительно отодвигается, удлинняя срок службы покрытия в 2–3 раза. Причем лучшими для армирования асфальтобетона признаны геосетки из стекловолокна.

В статье рассмотрено применение смеси двух синтетических волокон, которые работают совместно, улучшая эксплуатационные показатели асфальтобетона. Волокно FORTA FI состоит из уникальных скрученных в пучки полипропиленовых волокон, которые способствуют перемешиванию и распределению, и высокопрочных, высокотемпературных арамидных волокон, которые армируют и улучшают свойства асфальтобетонной смеси.

Нами были проведены сравнительные лабораторные испытания итальянской добавки FORTA FI, которая предназначена для предотвращения колееобразования, улучшения прочностных характеристик и сдвигоустойчивости асфальтобетона. Исследования проводились с использованием местных материалов: щебня ООО «Кардон» размером 5–20 мм (марка по дробимости 1200, марка по истираемости И-1, марка по морозостойкости F 300, содержание зерен лещадной формы 8,98 %), песка ООО «Кардон» (по модулю крупности и полному остатку на сите 0,63 относится к группе повышенной крупности), известнякового активированного минерального порошка (истинная плотность 2,70 г/см³, пористость 30 %, набухание образцов из смеси порошка с битумом — 0,31

%), битума марки БНД 90/130 (Тразм — 45 °С, Тхр — 22,4 °С). Физико-механические свойства асфальтобетона приведены в таблице 1 и на рисунках 1 и 2 [1, 2].

Таблица 1

Физико-механические свойства асфальтобетона из горячей плотной мелкозернистой асфальтобетонной смеси типа Б

№	Наименование показателя	Ед. изм.	Требования к смеси марки II, типу Б (по ГОСТ 9128–13)	Асфальтобетонная смесь марки II, тип Б	Асфальтобетонная смесь марки II, тип Б с «FORTA FI» (0,045%)
1	Плотность	г/см ³	Не нормируется	2,39	2,41
2	Предел прочности при сжатии при температуре 20 С	МПа	Не менее 2,2	2,7	2,9
3	Предел прочности при сжатии при температуре 50 С	МПа	Не менее 1,0	1,0	1,7
4	Предел прочности при сжатии при температуре 0 С	МПа	Не более 12	5,5	6,0
5	Водонасыщение смеси	Дол. ед.	От 1,5 до 4,0	2,6	2,6
6	Трещиностойкость по растяжению при расколе при температуре 0 С	МПа	Не менее 3,0 Не более 6,5	4,4	4,8
7	Сдвигоустойчивость по коэффициенту внутреннего трения	МПа	Не менее 0,81	0,97	0,97
8	Сдвигоустойчивость по сцеплению при сдвиге при температуре 50 С	МПа	Не менее 0,35	0,18	0,30

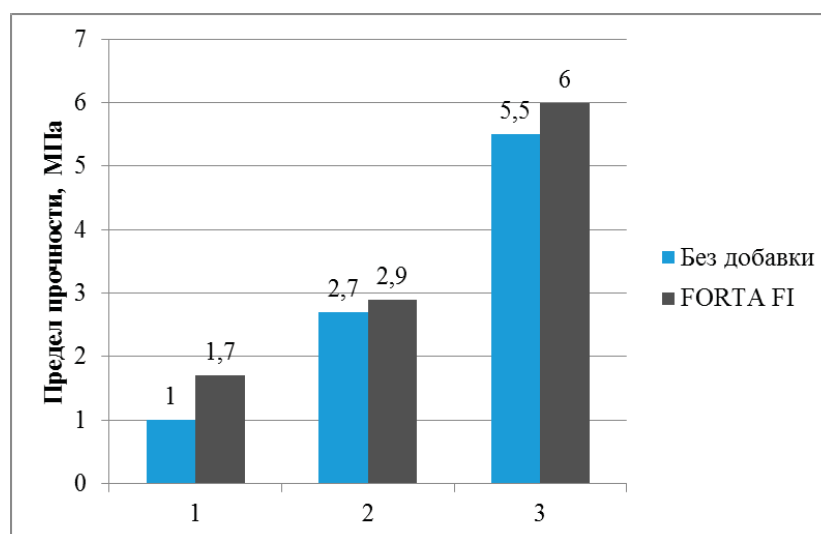


Рис. 1. Зависимость прочностных характеристик от вида добавки и температуры, °С:

1–50; 2–20; 3–0

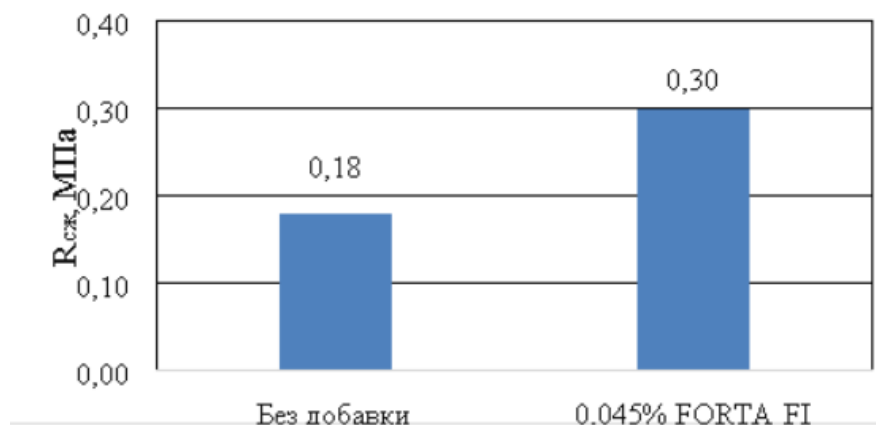


Рис. 2. Зависимость сцепления при сдвиге

Результаты исследований показали, что армирующая добавка FORTA FI значительно повышает физико-механические свойства асфальтобетона, особенно сдвиговые и прочностные характеристики. На рисунке 1 видно, что предел прочности при сжатии при 0°С с добавкой FORTA FI увеличился на 10 %. Прочность при 20°С возросла на 8 %. Предел прочности при сжатии (Т=50°С) значительно повысился, что указывает на высокую деформационную устойчивость асфальтобетона, в данном случае на 70 %. Применение добавки повышает сцепление при сдвиге на 67 % (рисунок 2). Увеличенные показатели сцепления при сдвиге обеспечивают высокую устойчивость к колееобразованию асфальтобетона.

Таким образом, использование импортной добавки FORTA FI в асфальтобетонной смеси на дорожно-строительных материалах карьера ООО «Кардон» повышает сдвиговые и прочностные показатели в асфальтобетонном покрытии, что приводит к снижению колееобразования. При приготовлении асфальтобетонной смеси на асфальтобетонных заводах не требуется дополнительного оборудования и изменения технического регламента [8,10].

Так же для получения асфальтобетонов с повышенной стойкостью к колееобразованию необходимо применять оптимальное количество вяжущих, использовать битумы с расширенным интервалом пластичности, а также использовать модифицированные вяжущие с повышенными показателями температуры размягчения (ПБВ на основе блоксополимеров типа СБС или резинобитумные вяжущие).

Особое внимание необходимо уделить правильному выбору минеральных составляющих асфальтобетонных смесей и асфальтовяжущему обладающему высокоактивным структурирующим воздействием на битум.

Библиографический список:

1. Борьба с колеей путем армирования асфальтобетонных смесей URL: <https://пермский-жбк.рф/raboty-i-ekspluatsiya/skolko-vesit-kilogramm-asfalta.html> (дата обращения: 08.05.2022)

2. Гавриленко, Т. В. Борьба с колеей путем армирования асфальтобетонных смесей / Т. В. Гавриленко, А. С. Карпова. — Текст : непосредственный // Молодой ученый. — 2019. — № 12 (250). — С. 30-32. — URL: <https://moluch.ru/archive/250/57413/> (дата обращения: 08.05.2022).

3. Поздняков М.К. О колееобразовании на автомобильных дорогах // Дороги содружества. 2008. № 4.

4. Поздняков М.К. Опасная колея // Дороги содружества №4.- М. 2008.

5. Поздняков М.К., Быстров Н.В. Зарубежный опыт оценки сдвигоустойчивости асфальтобетона. // Ассоциация исследователей асфальтобетона. Сборник статей и докладов. - М. 2009.

6. СТО ГК «Трансстрой»-007–2007 Асфальтобетон. Метод оценки устойчивости к образованию колеи пластичности.

7. Методические рекомендации по устройству верхних слоев дорожных покрытий из щебеночно-мастичного асфальтобетона (ЩМА) / ФГУП «Союздорнии». – М., 2002. –

8. Ликвидация колеи на автомобильных дорогах URL:

https://nashaucheba.ru/v61870/справочная_энциклопедия_дорожника_том_ii_ремонт_и_содержание_автомобильных_дорог_под_ред._а.п._васильева?page=50 (дата обращения: 08.05.2022)

9. Райнхольд Дитер.Щебеночно-мастичный асфальт//Автомоб.дороги.–2002. –№ 3.– С.80.

10. Рекомендации по устранению колеи на автомобильных дорогах URL:

<https://base.garant.ru/70385428/daf75cc17d0d1b8b796480bc59f740b8/> (дата обращения: 08.05.2022)

Koloskov R.S., Dedurenko V.A. Methods of improving the quality and durability of asphalt concrete coatings

УДК 691.168

ПРИМЕНЕНИЕ ЭЛЕКТРОСТАЛЕПЛАВИЛЬНЫХ ШЛАКОВ ПРИ РЕГЕНЕРАЦИИ АСФАЛЬТОБЕТОННЫХ ПОКРЫТИЙ

Глазунов И.И., Лескин А.А., Евдокименко А.О., Мещеряков В.С.

Научный руководитель – канд. техн. наук, доцент Лескин А.И.

Волгоградский государственный технический университет

Приведен краткий обзор методов регенерации асфальтобетонных смесей и практики применения металлургических шлаков в дорожном строительстве. Сформулирован план исследования асфальтогранулобетонных смесей на заполнителях из шлаков электросталеплавильного производства.

A brief review of methods for the regeneration of asphalt concrete mixtures and the practice of using metallurgical slags in road construction is given. A plan for the study of asphalt-granular concrete mixtures on aggregates from slags of electric steelmaking has been formulated.

Одним из ведущих направлений современного дорожно-строительного материаловедения является разработка методов повторного использования асфальтобетонов с полным или частичным восстановлением их исходных характеристик, включающих переработку гранулята старого асфальтобетона для его использования в конструктивных слоях дорожной одежды и поиск оптимальных технологических решений по его

применению на объектах строительства. Эти методы обеспечивают переход к системе полного жизненного цикла автомобильных дорог с нежестким покрытием, гарантируя снижение ресурсоемкости при ремонте и реконструкции транспортного сооружения и минимизируют накопление техногенных отходов. Результаты исследований в данной области позволили широко применять асфальтобетонный гранулят в составе асфальтобетонов, асфальтогранулобетонов и различных органоминеральных смесях для ремонта и возведения покрытий и оснований автомобильных дорог [1, 2, 3].

В последние годы в Российской Федерации ведется разработка нормативного обеспечения технологий повторного использования асфальтобетона: с 2012 года действует ГОСТ Р 55052-2012, устанавливающий технические условия применения гранулята старого асфальтобетона при строительстве и ремонте транспортных сооружений; в 2020 году введены ГОСТ Р 59118.1-2020 и ГОСТ Р 59118.2-2020, устанавливающие требования к переработанному асфальтобетону (RAP) и методики подбора битумного вяжущего для последующего применения RAP в составе асфальтобетонных смесей; в 2021 году введены методические рекомендации по методом холодной и горячей регенерации асфальтобетона.

Другим развитым направлением по расширению сырьевой базы дорожного хозяйства является использование отходов промышленности, в частности, отходов черной металлургии – доменных, ферросплавных и сталеплавильных шлаков (мартеновских, конверторных и электросталеплавильных). Разработаны и внедрены технологии их применения при строительстве дорожных оснований, приготовления шлакоминеральных смесей и в качестве заполнителей искусственных строительных конгломератов на минеральных и органических вяжущих. Доказана эффективности применения сталеплавильных шлаков крупных и мелких фракций в качестве заполнителя для горячих и холодных асфальтобетонных, полимерасфальтобетонных и щебеночно-мастичных асфальтобетонных смесях [4-8]. Практика применения металлургических шлаков в дорожном строительстве имеет высокую актуальность в регионах с дефицитом качественных естественных заполнителей для асфальтобетонов, таких как Липецкая и Волгоградская области.

В 2021 году в научной лаборатории «Контроль качества дорожных покрытий» ИАиС ВолгГТУ проведены предварительные исследования асфальтогранулобетонной смеси для верхних слоев дорожного покрытия на вспененном модифицированном вяжущем со следующим составом минеральной части смеси:

Таблица 1

Состав минеральной части асфальтогранулобетонной смеси

№ п/п	Компонент минеральной части смеси	Содержание по массе мин. части:
1	гранулят старого асфальтобетона 25 АГ 0/20 категории ИП ₁	62 %

2	отвалный сталелитейный шлак фр. 10-20 мм	14 %
3	металлургический шлак фр. 0-5 мм	12 %
4	минеральный порошок карбонатных пород марки МП-1	12 %

Экспериментальное исследование физико-механических характеристик полученной смеси позволило подтвердить их соответствие нормативным требованиям согласно ГОСТ 9128-2013 и сделать вывод о возможности оптимизации зернового состава асфальтогранулобетонных смесей введением крупных и мелких фракций сталелитейных шлаков.

В настоящее время проводится исследование пригодности электросталеплавильных шлаков фракций 0-10; 10-20 и 20-40 в качестве заполнителей при регенерации асфальтобетонных смесей, требующее определение таких качественных показателей как устойчивость структуры шлака к распаду, наличие примесей и слабых зерен, параметры зернового состава, морозостойкость, прочностные характеристики и особенности взаимодействия с органическими вяжущими. Запланирована разработка составов шлаковых асфальтогранулобетонов на основании полиструктурной теории формирования искусственных строительных конгломератов, оптимизации составов асфальтогранулобетонных смесей на шлаковых заполнителях, исследование их долговечности и обоснование конструктивно-технологических особенностей применения асфальтогранулобетонов разработанных составов в дорожных покрытиях, что позволит обеспечить условия для дальнейшего внедрения данных смесей в практику ремонта, реконструкции и строительства автомобильных дорог.

Библиографический список:

1. Устройство асфальтобетонных покрытий автомобильных дорог с использованием асфальтогранулята / Д. Г. Игошкин, В. Е. Кошкарлов, Д. Г. Неволин, А. В. Втюрин // Инновационный транспорт. – 2014. – № 1(11). – С. 35-41. – EDN RXGKML.
2. Маргайлик, Е. Регенерация дорожного асфальтобетона в Бельгии и США / Е. Маргайлик // Путь навигатор. – 2013. – № 15(41). – С. 82-85. – EDN ZREUUN.
3. Бахрах, Г. С. Вторая жизнь асфальтобетона / Г. С. Бахрах // Автомобильные дороги. – 2020. – № 9(1066). – С. 135-143. – EDN WEONAC.
4. Дорожные одежды с использованием шлаков / А.Я Тулаев, М.В. Королев, В.С. Исаев, В.М. Юмашев; под ред. А.Я. Тулаева. - М. : Транспорт, 1986. - 221 с.
5. Штефан, Ю.В. Комплексное управление качеством щебеночно-мастичного асфальтобетона на шлаковом щебне: монография / Ю.В. Штефан, Б.А. Бондарев, Л.А. Прозорова. – Тамбов: Изд-во «Першина Р.В.», 2016. – 249 с.
6. Бондарев Б.А. Асфальтобетоны на шлаковых заполнителях [Текст]: монография / Б.А. Бондарев [и др.]; под ред. Б.А. Бондарева. Липецк: ЛГТУ, 2005. - 183 с. - ISBN 5-88247-206-7.
7. Проектирование состава влажного асфальтополимер-шлакобетона, характеризующегося оптимальным сочетанием коагуляционно-кристаллизационных контактов / В. И. Братчун, В. В. Жеванов, Е. А. Ромасюк [и др.] // Вестник Донбасской национальной академии строительства и архитектуры. – 2021. – № 1(147). – С. 15-26. – EDN YHWWGV.
8. Soroosh Amelian, Mehdi Manian, Sayyed Mahdi Abtahi, Ahmad Goli. Moisture sensitivity and mechanical performance assessment of warm mix asphalt containing by-product

Glazunov I.I., Leskin A.A., Evdokimenko A.O., Meshcheryakov V.S. Application of electric steel melting slag in the regeneration of asphalt concrete coatings

УДК 625.76

СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ЯМОЧНОГО РЕМОНТА ДОРОЖНЫХ ПОКРЫТИЙ

Иванов Р.Ю. (гр. СМ-3-19)

Научный руководитель – канд. экон. наук, доцент Карпушко Е.Н.

Волгоградский государственный технический университет

Работа посвящена изучению вопросов, которые касаются современных методов проведения ямочного ремонта дорожного покрытия. Рассмотрены особенности проведения ямочного ремонта. Проанализированы основные технологии ремонта. Подробно рассмотрена технология использования пластика при проведении ямочного ремонта. В ходе выполнения данных задач применялись такие методы исследования, как анализ, синтез, описание и обобщение. В заключение работы делается вывод о высокой перспективности технологии ямочного ремонта с применением пластика и необходимости продолжения научно-исследовательских работ в данной области.

The work is devoted to the study of issues that relate to modern methods of patching asphalt. The features of patching asphalt repair are considered. The basic technologies of asphalt repair by the pit method are analyzed. The technology of using plastic during the patching of asphalt is considered in detail. In the course of these tasks, such research methods as analysis, synthesis, description and generalization were used. The conclusion is made about the high prospects of the technology of patching with the use of plastic and the need to continue research in this area.

Автомобильная отрасль относится к числу наиболее важных отраслей во всем мире. Не исключением является и Российская Федерация, которая обладает наибольшей площадью среди мировых стран мира. Протяженность дорог в нашей стране на конец 2020 года составляет 1 553 663,5 км, из которых 1,14 миллиона километров относится к числу автомобильных дорог, которые имеют твердое асфальтобетонное покрытие [1].

Очевидно, что для обслуживания большого количества дорог необходимо затрачивать достаточно большое количество ресурсов. Ежегодно число транспортных средств, приходящихся на душу населения, увеличивается, что приводит к увеличению скорости разрушения дорожного покрытия. Кроме этого, не стоит забывать о высоком влиянии на качество дорожного покрытия суровых климатических условий нашей страны, в которых осуществляется эксплуатация автомобильных дорог. Все это приводит к ограниченности применения асфальтобетонного покрытия и дальнейшей необходимости проведения его ремонта. В 2021 году было отремонтировано 16 500 км дорожного покрытия за счет реализации программы «Безопасные качественные дороги» [2].

При осуществлении ремонтных работ наибольшее внимание в настоящее время уделяется практическому применению современных технологических решений, которые основываются на применении новых материалов. На практике в нашей стране наибольшую популярность получил так называемый «ямочный» ремонт дорожного покрытия, однако с каждым годом разрабатываются все новые технологии его проведения, которые существенно отличаются от ранее использованных методов.

В связи с вышесказанным можно с уверенностью сказать, что изучение вопросов, которые касаются современных технологий ямочного ремонта дорожного покрытия, является весьма актуальным.

При привлечении высококвалифицированных рабочих выполнение такого вида ремонта занимает меньше всего времени, при этом достигается достаточно высокий уровень качества проведенных ремонтных работ. В результате проведения данного вида ремонта наблюдается увеличение гарантийного срока функционирования автомобильной дороги на 3 года.

Процесс подготовки поврежденной части дороги должен производиться в соответствие с нормативными документами, действующими на территории страны (ГОСТ Р 50597-2017, СП 78.13330.2012 и др.) [3].

Технология проведения ямочного ремонта автомобильной дороги представляет собой заполнение различных трещин или выбоин внутри дорожного покрытия материалом с дальнейшим его уплотнением. К числу основных этапов ямочного ремонта дорожного покрытия можно отнести:

- подготовительный этап (разметка ремонтируемой области, снятие поврежденного слоя, очистка области от появившихся мусорных отходов);
- получение поставляемой смеси и ее последующая перегрузка в бункер асфальтоукладчика;
- процесс укладки смеси асфальтоукладчиком;
- процедуру уплотнения ранее уложенного материала с применением специальных катков [4].

Технологии проведения ямочного ремонта дорожного покрытия автомобильной дороги классифицируются на основании применяемого уплотнительного материала. Выделяют следующие типы ямочного ремонта:

1. С использованием щебня. Среди основных преимуществ данной технологии выделяется ее дешевизна, а основными недостатками являются низкое качество получаемого покрытия и его высокая неплоскостность.

2. С использованием асфальтобетонной крошки. Преимущества и недостатки такой технологии аналогичны ранее рассмотренному методу.

3. С использованием метода рециклинга. Среди основных преимуществ выделяется низкая себестоимость исходного материала для ремонта и высокая степень безотходности всего процесса, а недостатком является применение в процессе дорогостоящего оборудования, что сокращает круг его распространения.

4. С использованием холодного асфальта. Среди основных преимуществ данной технологии выделяется возможность проведения ремонта при

низких температурах, а основными недостатками являются достаточно маленькая прочность, высокая степень водонасыщения, следовательно, маленький гарантий срок.

5. С использованием горячего асфальта. Среди основных преимуществ выделяется высокая прочность получаемой «заплатки» и продолжительный срок эксплуатации. Недостатками такой технологии являются необходимость выполнения работ в теплую (выше минус 5 °С) сухую погоду, высокое качество подготовки ямы, поддержание стабильной температуры смеси на всем протяжении процесса укладки.

6. С использованием литого асфальта. Среди основных преимуществ данной технологии выделяется возможность проведения ремонта при низких температурах (до минус 10 °С), водонепроницаемость получаемой «заплатки» и продолжительный гарантийный срок, а основными недостатками являются обязательное применение катков и поддержание стабильной высокой температуры смеси на всем процессе укладки.

7. С использованием струйно-инъекционного метода. Ее основным преимуществом является возможность проведения ремонта при низких температурах (до минус 15 °С), а основными недостатками являются возможность ремонта только тех ям, которые имеют небольшую глубину, и проведение ремонта только тех автомобильных дорог, которые подлежат существенным нагрузкам.

8. С применением пластика. Данная технология в последние годы начинает набирать достаточно большую популярность в Российской Федерации, что обусловлено проведением достаточно большого количества научно-исследовательских и практических работ в данной области, а также официальным закреплением данного направления в государственной программе «Инновационная дорога».

Стоит отметить, что применение пластика в процессе строительства автомобильных дорог началось еще в 2002 году. Технология строительства автомобильных дорог была запатентована индийской корпорацией KK Plastic Waste Management Ltd. Ее сотрудниками была разработана высокоэффективная технология, которая позволяла осуществлять переработку пластиковой продукции в элемент асфальтовой смеси KK Poly Blend. Все это позволило существенно повысить технико-эксплуатационные характеристики заново построенных автомобильных дорог.

К настоящему времени отечественными учеными были достигнуты существенные успехи в области ямочного ремонта дорожного покрытия. В частности, была разработана специальная битумная лента, которая применяется при проведении ямочного ремонта. Лента размещается по краям ямы и, тем самым, в процессе ее заполнения горячим ремонтным материалом данная плавится, что приводит к повышению степени герметичности граничного шва. В настоящее время учеными ведутся аналогичные работы по созданию пластиковой ленты, применение которой

также позволит повысить технические характеристики участка ремонта дорожного покрытия.

В 2021 был разработан специальный пластиковый материал, который в настоящее время в тестовом режиме применяется для проведения ямочного ремонта дорожного покрытия в ряде областей страны (например, Тамбовской области). Разработанный материал содержит маленькие гранулы-шарики и имеет достаточно малый вес при достаточно большом объеме. В процессе его контакта с системой, состоящей из воды и специальной кислоты, наблюдается его растворение с последующим увеличением объема и застывания. Тем самым он становится составной частью ремонтируемого покрытия автомобильной дороги. Его использование позволяет полностью заполнить ремонтируемую область и повысить ее долговечность и прочность. Также стоит отметить, что в результате применения данного материала увеличивается временной интервал ремонта дорожного покрытия, устраняется необходимость в обеспечении температурной обработки и последующей укатки.

Очевидно, что применение подобного рода технологий является перспективным. Однако стоит отметить, что для продвижения данной идеи в широкое применение в Российской Федерации требуется обязательное проведение следующего комплекса мероприятий:

- разработка эффективной методики сбора и последующей сортировки отходов из пластика;
- повышение уровня грамотности населения страны путем его большего вовлечения в данный процесс;
- модернизация действующего в настоящее время законодательства.

В заключение работы хотелось бы отметить, что проведенный анализ технологий, применяемых при проведении ямочного ремонта в Российской Федерации, позволяет говорить о высокой перспективности использования пластика в данном процессе. Помимо того, что данная технология ремонта обладает лучшими техническими характеристиками, по сравнению с ранее известными технологиями, использование пластика позволяет существенно повысить эффективность борьбы с мировым загрязнением данным материалом. Как показывает практика других мировых стран, к примеру Индии, применение пластика в вопросах строительства автомобильных дорог и его ремонта позволяет существенно ускорить процесс строительства, повысить конечную прочность получаемого дорожного полотна, сократить финансовые затраты на битум, а также повысить уровень экологической безопасности.

Все это позволяет сделать вывод о том, что для нашей страны жизненно важно продолжать проведение научно-исследовательских и практических работ по использованию пластика в процессе проведения ямочного ремонта дорожного покрытия.

Библиографический список:

1. Протяженность автомобильных дорог общего пользования [Электронный ресурс]. Свободный доступ: <https://www.fedstat.ru/indicator/42095> (дата обращения - 03.04.2022 г.).

2. В 2021 году в России благодаря нацпроекту отремонтировали 16,5 тыс. км дорог [Электронный ресурс]. Свободный доступ: <https://rosavtodor.gov.ru/press-center/news/485031> (дата обращения - 03.04.2022 г.).

3. Алиулова, В.А. Оценка технологий ямочного ремонта дорог в России / В.А. Алиулова, Е.Ф. Валеева, А.Д. Сергеева // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. – 2016. – № 6-1. – С. 57-60.

4. Кокорева, Е.Н. Особенности ямочного ремонта / Е.Н. Кокорева, С.А. Орехов, С.А. Дергунов, С.В. Сериков // Молодой ученый. – 2017. – № 21.1 (155.1). – С. 138-140.

Ivanov R.Y. Modern technologies of asphalt pit repair

УДК 625.7/.8

ПРИМЕНЕНИЕ АНАЛИЗА И РАСЧЕТА РИСКА ПРИ ОБСЛЕДОВАНИИ МОСТОВЫХ СООРУЖЕНИЙ

Каменских А.Н., соискатель ¹

Научные руководители – канд. техн. наук, профессор Валиев Ш.Н. ¹,
д-р техн. наук, профессор Кочетков А.В. ²

¹*Московский автомобильно-дорожный государственный технический
университет (МАДИ)*

²*ПНИПУ*

В статье рассматривается методика расчета риска повторного применения провисшей и упавших балок пролетного строения по данным склерометра. Данная методика основана на использовании в качестве измерителя дисперсии и коэффициента вариации показателя дорожной деятельности как показателей однородностей и степени риска.

The article discusses the method of calculating the risk of repeated use of sagging and fallen beams of the superstructure according to the sclerometer. This technique is based on the use as a meter of variance and coefficient of variation of the indicator of road activity as indicators of homogeneity and degree of risk.

Введение

Согласно риск-ориентированному подходу, установленному в Федеральном законе «О государственном контроле (надзоре) и муниципальном контроле», а также федеральном законе о ратификации Договора о Евразийском экономическом союзе (приложение № 9) вместо ГОСТ может быть применен анализ риска как услуга, установленная в требованиях безопасности технического регламента Таможенного союза «Безопасность автомобильных дорог» ТР ТС 014/2011).

При участии одного из авторов статьи в 2018 г. был разработан ГОСТ Р 58137-2018 Дороги автомобильные общего пользования. Руководство по оценке риска в течение жизненного цикла.

Стандарт направлен на расширенное применение инноваций и повторных технических решений в дорожном хозяйстве при разработке

проектной документации и на других этапах жизненного цикла автомобильных дорог. ГОСТ является основополагающим документом для оценки риска опасных событий в течение жизненного цикла автомобильных дорог. Он устанавливает общие принципы и процедуры идентификации опасностей, планирования, выполнения и документального обоснования оценки и управления риском опасных событий в течение жизненного цикла автомобильных дорог общего пользования в обеспечение требований ТР ТС 014/2011, а также других технических регламентов в части автомобильных дорог, не относящихся к автомобильным дорогам общего пользования, и улиц населенных пунктов.

Постановка задачи

Метод исследования по поставленным вопросам – оценка, расчет и компенсация риска недостижения целей и требований технических регламентов.

При обследовании (судебной строительно-технической экспертизе) упавшего в 2020 г. под воздействием тяжеловесного транспортного средства (автопоезда) мостового сооружения в Волгоградской области был применен инструментальный метод оценки прочностных показателей пролетного строения (рис. 1) с последующим анализом и расчетом риска.



Рис. 1. Сетка трещин на балке пролетного строения

Расчет риска

Расчет риска повторного применения провисшей и упавших балок пролетного строения по данным склерометра, проведенный посредством программы расчета рисков по программе «Услуга расчета, оценки и анализа риска» (Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2019661451 для выполнения услуги расчета, оценки и анализа

технического риска при реализации риск-ориентированного подхода и проверки соответствия, правообладатель А.В.Кочетков) приведен ниже.

Данные склерометра (определение прочности бетона провисшей и упавших балок пролетного пролетных строений) и оценка риска приведены на рис. 2.

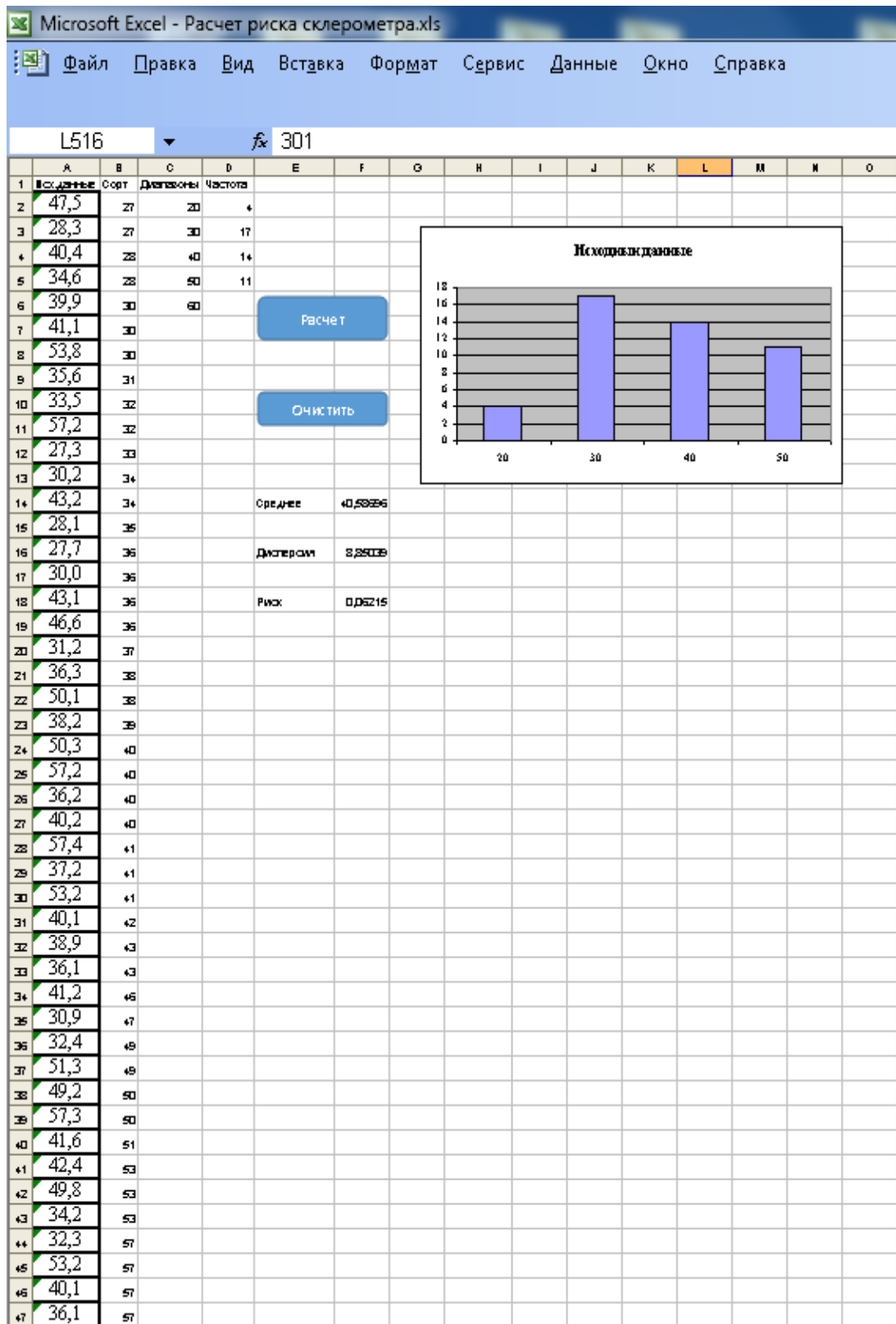


Рис. 2. Данные склерометра (определение прочности бетона провисшей и упавших балок пролетного пролетных строений) и расчет риска

Обсуждение результатов

Установленный для провисшей и упавших балок пролетных строений на основе расчета по программе показатель риска повторного применения провисшей и упавших балок пролетного строения 0,0625 является недопустимым в сравнении с 10^{-3} - 10^{-4} допустимого значения риска для автомобильных дорог общего пользования и искусственных сооружений на них, ни с близкими аналогами, например, Федеральный закон «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности».

Причиной утраты прочности бетона упавшей и провисшей балки пролетного строения стало произошедшее их разрушение после чрезмерной нагрузки вследствие превышения массы.

Иного толкования быть не может, так как налицо на фотографии сетка косых и продольных трещин (см. рис.1).

Обсуждение результатов

Методическое обеспечение настоящей статьи соответствует разработанному при участии ее авторов ГОСТ Р 58137-2018 Дороги автомобильные общего пользования. Руководство по оценке риска в течение жизненного цикла.

Данная методика основана на использовании в качестве измерителя дисперсии и коэффициента вариации показателя дорожной деятельности как показателей однородностей и степени риска.

Применение данной методики в целом соответствует результатам последних научных исследований в области экономики, удостоенных Нобелевской премии за то, что было доказана принципиальная невозможность прогнозирования курса валюты по его показателю, при этом новым научным результатом стало обоснования в качестве прогнозируемого измерителя, содержательного и информативного величины разброса курса доллара (дисперсии или коэффициента вариации).

Иностранная литература по теме настоящей статьи представлена в источниках [7-10].

Заключение

1. В статье рассматривается методика расчета риска повторного применения провисшей и упавших балок пролетного строения по данным склерометра. Данная методика основана на использовании в качестве измерителя дисперсии и коэффициента вариации показателя дорожной деятельности как показателей однородностей и степени риска.

2. При разработке отчетов об обследовании аварийных мостовых сооружений рекомендуются следующие методы управления рисками: отказ от риска, устранение, компенсация, снижение, передача; принятие. При этом управление рекомендуется вести по установленным и проранжированным факторам опасностям риска.

Библиографический список:

1. Victor Stolyarov, Natalya Schegoleva, Andrey Kochetkov, Victor Talalay and Yuri Vasiliev. Comparative Risk Analysis of Using the Markings for Ground and Raised Pedestrian

Crossings. Capacity and Traffic Management on a Heavy-Traffic Railway Line Advances in Intelligent Systems and Computing, VIII International Scientific Siberian Transport Forum TransSiberia 2019, Volume 2 Volume 1116 (2020) DOI: 10.1007/978-3-030-37919-3 <https://www.springer.com/us/book/9783030379186>.

2. Оценка технических рисков в техническом регулировании дорожного хозяйства / Ю.Э.Васильев, Ш.Н.Валиев, С.В.Ильин, Ю.А.Рюмин, В.В.Талалай, Н.В.Щеголева. Под редакцией А.В.Кочеткова и Н.Е.Кокодеевой. – М.: Изд-во МАДИ, 2017. – 265 с.; ил.

3. Моделирование риска возникновения дорожно-транспортных происшествий с учетом вариативности макрошероховатости покрытий проезжей части на автомобильных дорогах и мостовых сооружениях / Валиев Ш.Н., Кокодеева Н.Е., Кочетков А.В., Янковский Л.В. // Строительные материалы. 2016. № 5. С. 22-26.

4. Методологические основы оценки технических рисков в менеджменте качества дорожного хозяйства / Шахов О.Ф., Валиев Ш.Н., Кочетков А.В., Карпеев С.В. // Интернет-журнал «НАУКОВЕДЕНИЕ». Том 7, № 6 (2015).

5. Столяров В. В. Проектирование автомобильных дорог с учетом теории риска / В. В. Столяров; Саратов. гос. техн. ун-т. - Саратов : СГТУ, 1994. Ч. 1. - 1994. - 184 с.

6. Кокодеева Н.Е. Методологические основы комплексной оценки надежности автомобильных дорог в системе технического регулирования дорожного хозяйства. Диссертация на соиск. уч. степ. докт. техн. наук по специальности 05.23.11. ФГБОУ ВПО «Петербургский государственный университет путей сообщения». 2012. - 350 с.

7. Wang, C., Quddus, M.A. and Ison, S.G., 2009. The effects of area-wide road speed and curvature on traffic casualties in England. *Journal of Transport Geography*, 17(5), pp. 385-395. doi:10.1016/j.jtrangeo.2008.06.003.

8. Wang, C., Quddus, M.A. and Ison, S.G., 2009. Impact of traffic congestion on road accidents: a spatial analysis of the M25 motorway in England. *Accident Analysis & Prevention*, 41(4), pp. 798-808. doi:10.1016/j.aap.2009.04.002.

9. Quddus, M.A., Wang, C. and Ison, S.G., 2010. Road traffic congestion and crash severity: econometric analysis using ordered response models. *ASCE Journal of Transportation Engineering*, 136(5), pp. 424-435. doi:10.1061/(ASCE)TE.1943-5436.0000044

10. Xie, Y., Lord, D. and Zhang, Y., 2007. Predicting motor vehicle collisions using Bayesian neural network models: an empirical analysis. *Accident Analysis & Prevention*, 39(5), pp. 922-933.

Kamenskikh A.N. Application of risk analysis and calculation in the examination of bridge structures

УДК 625.7/.8

ЗАЩИТНЫЕ ТЕРМОАДГЕЗИОННЫЕ СЛОИ ПОЛИМЕРНОЙ НАПЫЛЯЕМОЙ ГИДРОИЗОЛЯЦИИ МОСТОВОГО СООРУЖЕНИЯ

Каменских А.Н., соискатель¹, Петрович И.Г., инженер³

Научные руководители – канд. техн. наук, профессор Валиев Ш.Н.¹,
д-р техн. наук, профессор Кочетков А.В.²

¹*Московский автомобильно-дорожный государственный технический университет (МАДИ)*

²*ПНИПУ*

³*ООО НПФ «Современные покрытия»*

Техническим решением, разрешающим проблему высоких температур устраиваемых верхних слоев ездового полотна над гидроизоляцией мостовых

сооружений, стали полимерные напыляемые теплостойкие материалы для гидроизоляции на основе сложных полимеров эпоксидных смол, полиуретанов и полимочевины. В статье рассматривается эффективность применения термоадгезионного верхнего слоя гидроизоляции.

The technical solution that solves the problem of high temperatures of the arranged upper layers of the roadbed over the waterproofing of bridge structures is polymer sprayed heat-resistant materials for waterproofing based on complex polymers of epoxy resins, polyurethanes and polyurea. The article discusses the effectiveness of the application of the thermal adhesive top layer of waterproofing.

В процессе эксплуатации мостовых сооружений служба эксплуатации должна регулярно производить осмотр мостового полотна, вести наблюдение за состоянием конструкции дорожной одежды и своевременно устранять возникшие дефекты, не допуская распространения дефекта вширь и вглубь конструкции [1-10].

К числу наиболее распространённых дефектов относятся:

- растворение и размягчение асфальтового вяжущего вещества, содержащегося в асфальтобетонном покрытии, вследствие разлива по нему бензина, дизельного топлива, растворителей бензина и т.п.
- трещины на сопряжении покрытия с элементами мостового полотна (деформационными швами, ограждениями, цоколями перил;
- трещины в покрытии (дефект маловероятный, но возможный - как правило, в продольном направлении над ребрами ортотропной плиты);
- локальные вмятины на покрытии вследствие «точечного» приложения эксплуатационной нагрузки или случайного воздействия (давление аутригеров кранов, падение груза и т.п.);
- колея той или иной глубины.

Быстрое разрушение ездового полотна, отмечаемое многочисленными авторами, при применении материалов различных производителей и с различным качеством показывает необходимость применения однородных материалов с добавками, обеспечивающими адгезию с материалом пролетного строения в нижних слоях и достаточно высокую износостойкость верхних слоев.

На рубеже 2000-2010 годов в мостостроении соревновались рулонная и мастичная гидроизоляции ездового полотна.

Распространенной практикой в силу наличия административного и производственного ресурса были рулонная гидроизоляция «Техноэластмост-С» и мастичная гидроизоляция по технологии финской фирмы «Лемминкяйнен», отработанная в ЗАО «Автогрейт» (г. Энгельс Саратовской области) на внеклассных автодорожных мостах поволжского федерального округа, под горячие верхние слои из литого асфальтобетона и ЦМА.

Между тем под горячие верхние слои, устраиваемые из щебеночно-мастичного асфальтобетона с повышенной температурой до 220°C и выше, данные материалы не были предназначены. Из-за этого были вынуждены устраивать слои из литого асфальтобетона с несколько меньшей

температурой под верхним слоем ездового полотна из щебеночно-мастичного асфальтобетона.

Следующим этапом, разрешающим эту проблему высоких температур, стали полимерные напыляемые теплостойкие материалы для гидроизоляции мостовых сооружений на основе сложных полимеров на основе эпоксидных смол, полиуретанов и полимочевины.

Сама технология не встретила у мостовиков больших трудностей в ее освоении, так как она на десятилетие ранее была освоена в виде устройства антикоррозионных мостовых покрытий на основе изоцианатов (базовых компонентов полиуретанов) применением оборудования горячего напыления фирмы «GRACO» (США).

Применение полимерных двухкомпонентных материалов, наносимых под высоким давлением безвоздушным способом, тормозилось проблемой отсутствия адгезионной способности данных материалов к устраиваемым на полимерной гидроизоляции горячим асфальтобетонным слоям. Это определяется низкой адгезионной способностью полиуретана к битуму.

Такая задача решалась за счет нанесения на несформировавшийся слой гидроизоляции фрикционного материала заданной фракции.

Более серьезным техническим решением оказалась авторская разработка ООО НПФ «Современные покрытия» в виде создания термоадгезионного третьего верхнего слоя гидроизоляции с возможностью перемещения по нему построечного и технологического транспорта (см. рис. 1).



Рис. 1. Пример применения гидроизоляции ООО НПФ «Современные покрытия»

Проведен анализ эффективности применения напыляемой гидроизоляции на мостовых объектах г. Сочи на дублере Курортного проспекта. Выявлены ошибки в проектировании гидроизоляции и технологии выполнения работ, связанные с использованием россыпи щебня

для обеспечения сцепления конструктивных слоев ездового полотна, а не адгезионного сцепления. Установлены многочисленные повреждения покрытия ездового полотна, вызванные появлением в нем воды.

Разработан отчет о патентной защите материалов и конструктивных слоев из них гидроизоляции мостовых сооружений. Отчет отражает усиление внимания в практике современного мостостроения к системам тонкослойной гидроизоляционной защиты мостовых сооружений, имеющих относительно незначительный вес в их стоимости, но в значительной степени влияющим на срок службы сооружений.

Анализ результатов испытаний и опыта отечественного и зарубежного применения гидроизоляционной двухкомпонентной напыляемой системы позволил выделить следующие положительные свойства напыляемой гидроизоляции, которые предлагаются в качестве достигаемых показателей эффективности ее использования:

- обладает длительным сроком службы - более 30 лет;
- исключает устройство защитного слоя бетона по слою гидроизоляции; устройство гидроизоляции может производиться при более высокой влажности бетона и в более ранние сроки его созревания; обладает способностью к перекрытию усадочных трещин в бетоне и предотвращает их дальнейшее формирование;
- получение сплошной бесшовной поверхности с возможностью выполнить примыкания к выступающим элементам (столикам для крепления стоек ограждений, боковым граням тротуарных блоков и т.п.), водосливным трубкам с высоким качеством;
- обладает высоким уровнем межслойной адгезии и обеспечивает сцепление ездового полотна с настилом моста, адгезия гидроизоляционной двухкомпонентной системы по нормальному отрыву к бетону более чем на порядок превышает требования по величине адгезии к мастичным полимерным гидроизоляционным материалам по ГОСТ 30693-2000;
- наносится путём распыления и быстро отвердевает при температуре от 1°C до 50°C и высокой влажности (до 95 %), применяется практически во всех климатических зонах; имеет короткое время отверждения и может работать под эксплуатационной нагрузкой в срок до одного часа;
- имеет высокую прочность и не требует дополнительного слоя защитного материала перед укладкой ездового полотна;
- повышает производительность работ по устройству гидроизоляции (до 2000 м² в смену), при этом снимаются ограничения по времени нанесения последующих слоев;
- не подвержена влиянию высоких температур вплоть до 230°C, является предпочтительной гидроизоляцией для проектов, в которых предусмотрено использование литого асфальтобетона;
- возможность движения тяжёлого транспорта на резиновом ходу по обустроенной гидроизоляции; способна выдерживать нагрузки тяжелого грузового транспорта весом до 44 т и максимальным давлением на ось 15 т;

- непроницаема для ионов хлора и устойчива к ультрафиолетовому излучению, не оказывает вреда здоровью работающим во время нанесения и в течение эксплуатации окружающей среде.

Данный анализ позволил определить необходимые требования к контролю качества нанесения бесшовной напыляемой гидроизоляции из композиционных материалов, а также уточнить перечень дефектов и предложить эффективную технологию устройства и ремонта гидроизоляционного покрытия.

Быстрое разрушение ездового полотна, отмечаемое многочисленными авторами, при применении материалов различных производителей и с различным качеством показывает необходимость применения однородных материалов с добавками, обеспечивающими адгезию с материалом пролетного строения в нижних слоях и достаточно высокую износостойкость верхних слоев. Рассматриваемое техническое решение основано на высоких показателях качества, технологичности, ремонтпригодности и однородности свойств напыляемой гидроизоляции на основе полимочевины.

Экономическая эффективность или значимость работы: возможности повышения качества мостовых работ, увеличения межремонтных сроков службы искусственных сооружений, снижения риска недостижения целей и требований технических регламентов, нормативных документов и контрактной документации, повышения безопасности и более полного удовлетворения потребностей участников дорожного движения в транспортных услугах на федеральной сети автомобильных дорог общего пользования

При участии авторов разработан ГОСТ Р 59179-2021 «Дороги автомобильные общего пользования. Материалы полимерные для устройства гидроизоляции плиты проезжей части мостового сооружения. Технические требования», обобщающий технические требования к материалам полимерным для устройства гидроизоляции плиты проезжей части мостового сооружения.

Разработанный национальный стандарт позволил свести в один документ и систематизировать основные применяемые для гидроизоляции проезжей части мостовых сооружений полимерные материалы и технические требования к ним, в части обеспечения непрерывности и водонепроницаемости по всей площади изолируемой поверхности, в сопряжениях с конструктивными элементами и конструкциях деформационных швов, а также эластичности при отрицательных температурах; теплостойкости в условиях летних температур, устойчивости при нанесении уплотняемого асфальтобетона или литого асфальтобетона с применением полимерно-битумных вяжущих, способности воспринимать любые типы механических воздействий и нагрузок, возникающих при строительстве и эксплуатации сооружения.

Библиографический список:

1. Новые материалы и изделия в мостостроении / И.Г.Овчинников В.Н.Макаров, С.В.Овсянников, А.В.Кочетков // Отраслевая обзорная информация «Автомобильные дороги и мосты», 2008, № 1. - М.: ФГУП «Информавтодор». - 80 с.
2. Современные решения конструкции мостового полотна автодорожных мостовых сооружений. Сахарова И.Д. Журнал «Наука и прогресс транспорта». Вестник Днепропетровского национального университета железнодорожного транспорта, Выпуск № 33 / 2010
3. Казарян В.Ю. Сахарова И.Д. Гидроизоляционные системы для мостовых сооружений. – Стройпрофиль. 2002. № 8.
4. Кочетков А.В., Суслиганов П.С. Устройство шероховатых поверхностных слоев на покрытиях автомобильных дорог и мостовых сооружений // – М., 2005. – 100 с. (Автомоб. дороги и мосты: Обзорн. информ./ ФГУП «ИНФОРМАВТОДОР»; Вып. 3).
5. Новые материалы и изделия в мостостроении / И.Г.Овчинников В.Н.Макаров, С.В.Овсянников, А.В.Кочетков // Отраслевая обзорная информация «Автомобильные дороги и мосты», 2008, № 1. - М.: ФГУП «Информавтодор». - 80 с.
6. Овчинников И.Г., Макаров В.Н., Ефанов А.В. и др. Мостовое полотно автодорожных мостов с применением литого асфальтобетона и современных деформационных швов: Монография. – Саратов: Изд-во Саратов. гос. техн. ун-т, 2004.
7. Овчинников И.Г., Распоров О.Н., Макаров В.Н., Монов Б.Н., Иванов О.К. Опыт эксплуатации дорожного покрытия из литого асфальта на мостовых сооружениях // Транспортное строительство. 2004. № 12. - С. 15-17.
8. Пастушков В.Г., Янковский Л.В.; под ред. Кочеткова А.В. Долговечность бетонных конструкций транспортных сооружений: монография / – Пермь: Изд-во Пермь. нац. исслед. политехн. ун-та, 2013. – 191 с.
9. Систематизация и сравнительный анализ различных типов гидроизоляции, применяемых на автодорожных мостовых сооружениях И.И. Овчинников, И.Г.Овчинников, Ш.Н.Валиев, С.В.Жадёнова // Интернет-журнал «Науковедение». 2013. № 5. Идентификационный номер статьи в журнале: 56ТВН513.
10. Сахарова И.Д. Конструкции дорожных одежд на мостовых сооружениях. Доркомстой. Дороги и мосты. Техника и технология для дор.-мостового хоз-ва. 2006. № 4, апрель.

Kamenskikh A.N., Petrovich I.G. Protective thermal adhesive layers of polymer sprayed waterproofing of a bridge structure

УДК 625.7/.8

ВЛИЯНИЕ КОМПЛЕКСНЫХ МОДИФИКАТОРОВ НА СВОЙСТВА ЦМА

Миронов Н.С. (гр. А08ПроектАД3О)

Научный руководитель – канд. техн. наук, доцент Чернов С.А.

Донской государственный технический университет

Современные темпы развития дорожного движения и увеличения транспортного потока с каждым годом ужесточают требования к эксплуатационным показателям дорожной одежды. Одним из важных конструктивных элементов дорожной одежды является слой покрытия, постоянно воспринимающий нагрузку от транспортных средств и регулярно подвергающийся воздействию природно-климатических факторов и шипованной резины от движущегося транспорта. Для противостояния всем вышеописанным факторам был разработан асфальтобетон с более жёсткой каркасной структурой – щебёночно-мастичный асфальтобетон [1]. Для повышения

эксплуатационных характеристик в мировой практике часто применяют комплексные модификаторы в составе ЦМА [2]. В данной статье был проведён анализ эффективности применения комплексных модификаторов для щебёночно-мастичных асфальтобетонных смесей, состоящих из полимерной матрицы и структурирующих волокон.

The current pace of development of road traffic and the increase in traffic every year tighten the requirements for the performance of road pavement. One of the important structural elements of the road pavement is the pavement layer, which constantly perceives the load from vehicles and is regularly exposed to natural and climatic factors and studded rubber from moving vehicles. To counter all the above-described factors, asphalt concrete with a more rigid frame structure was developed - crushed stone mastic asphalt concrete [1]. To improve operational characteristics in world practice, complex modifiers are often used as part of SMA [2]. In this article, an analysis was made of the effectiveness of the use of complex modifiers for crushed stone-mastic asphalt concrete mixtures, consisting of a polymer matrix and structuring fibers.

В Российской Федерации выпускается множество модификаторов для щебёночно-мастичных асфальтобетонных смесей. Для проведения анализа были выбраны добавки: Стилобит XL, VIATOR plus CT-40 и PROpolymer MA-CK, показатели качества которых представлены в таблицах 1- 3.

Таблица 1

Показатели качества добавки Стилобит XL

Показатель	Нормативное значение
Насыпная плотность, кг/м ³ , не более	950
Влажность, % по массе, не более	3
Снижение показания стекания, % от массы смеси, не менее	0,25
Содержание технологической мелочи, % не более	3,5
Термостойкость при температуре 220°С по изменению массы из гранул при прогреве, %, не более	3
Суммарная удельная эффективная активность естественных радионуклидов, Бк/кг, не более	740

Стилобит XL – полимерная стабилизирующая добавка, изготовленная из минерального волокна с применением полимерного воска.

Таблица 2

Показатели качества добавки VIATOR plus CT-40

Показатель	Нормативное значение
Средняя длина гранул, мм	3-12
Средняя толщина гранул, мм	3,5±1
Объёмная плотность, кг/м ³	450-550
Содержание целлюлозы, %	60
Содержание присадки, %	40
Влажность, %	<5
Температура плавления присадки, °С	100

VIATOR plus CT-40 – гранулы, состоящие на 83% из целлюлозного волокна, 10% - битум, 7% - амидаминная жирная кислота.

Таблица 3

Показатели качества добавки PROpolymer MA-CK

Показатель	Нормативное значение
Форма выпуска, мм:	
Гранулы	2-5
Чешуйки	1-5
Температура плавления, °С	120-130
Влажность, %	<5
Содержание полимеров, %	>50
Дозировка в ЩМАС, %	0,6 – 1,0
Содержание целлюлозных или минеральных волокон, %	>45
Насыпная плотность, кг/м ³	не менее 500 для гранул не менее 300 для чешуек

PROpolymer MA-CK работает одновременно и как стабилизирующая добавка для ЩМА, и как полимерный модификатор, повышая показатели физико-механических и эксплуатационных свойств асфальтобетона, т.к. содержит в себе группу добавок расширенного действия.

Выбор комплексного модификатора и его количество зависит от климатических условий региона, транспортной нагрузки, от свойств применяемого вяжущего, наличия вспомогательного оборудования и т.д. [3].

Для комплексного модификатора PROpolymer MA-CK были рассмотрены различные варианты, состоящие из минеральных или целлюлозных волокон и различных видов полимеров, взятых в разных процентных соотношениях. В результате проведенных испытаний оптимальным составом является содержание 50% целлюлозных волокон и 50% полимеров в первичных формах.

Для проведения испытаний был выбран ЩМА-16 на битуме нефтяном дорожном вязком БНД 70/100 с глубиной проникания иглы при 25°С 7,8мм¹. Для приготовления смеси в лабораторных условиях щебень, песок из отсевов дробления и минеральный порошок использовались в соответствии с ТР ТС 014/2011.

После приготовления ЩМАС дополнительно протермостатировали при температуре 160-175°С в зависимости от применяемой добавки для стабилизации свойств. Термостатирование происходило в течение 1 часа, затем были приготовлены образцы, которые испытывались через 24-48ч с момента приготовления смеси. Результаты физико-механических испытаний образцов представлены в таблице 4.

Таблица 4

Физико-механические показатели асфальтобетонных смесей ЦМА-16,
запроектированных по методу Маршалла

Показатель	ГОСТ	Требования	PROpolymer MA-CK, 0,4%	Стилобит XL, 0,4%	VIATOR plus CT- 40, 0,4%
Максимальная плотность, г/см ³	ГОСТ Р 58401.16-2019	-	2,712	2,723	2,710
Содержание воздушных пустот, %	ГОСТ Р 58401.8-2019	2,0-4,0	2,81	2,4	2,2
Пустоты в минеральном заполнителе, %	ГОСТ Р 58406.10-2020	не менее 16,0	16,4	16,1	16,1
Средняя глубина колеи, мм	ГОСТ Р 58406.3-2020	не более 4,0	1,41	3,4	3,2
Скорость образования колеи, мм/1000 циклов	ГОСТ 58406.3- 2020	не более 0,15	0,02	0,03	0,07
Водостойкость	ГОСТ 58401.18-2019	не менее 0,85	0,95	0,98	0,94
Стекание вяжущего, %	ГОСТ 58406.1- 2020	не более 0,20	0,13	0,10	0,16
Величина износа от воздействия шипованных шин по методу PRALL, мл	ГОСТ Р 58406.5-2020	до 25	21	23	24

Вывод

Благодаря наличию воска в качестве полимерной составляющей добавок Стилобит XL и VIATOR plus CT-40 ЦМА с данными добавками обладают меньшим показателем воздушных пустот. При производстве ЦМА с модификаторами, содержащими воск, температурные режимы приготовления и уплотнения смеси необходимо корректировать, чтобы полученные в лабораторных условиях объёмные результаты могли быть воспроизведены в готовом покрытии.

Образцы ЦМА-16 с содержанием комплексного модификатора PROpolymer MA-CK показали хорошие результаты в устойчивости к колееобразованию по сравнению с остальными образцами, в которых были применены другие добавки.

В случае, если смесь не соответствует показателю стекания, необходимо увеличить содержание битума, либо же уменьшить количество добавки.

Стоит также отметить, что при добавлении модификаторов необходимо отслеживать результаты физико-механических показателей для образцов смесей, чтобы они оставались в пределах нормативных требований.

Библиографический список:

1. Костин В.И. Щебеночно-мастичный асфальтобетон для дорожных покрытий. Учебное пособие по курсу «Новые технологии в дорожном строительстве» для студентов специальности 270205 — «Автомобильные дороги и аэродромы» и слушателей системы дополнительного профессионального образования // Н. Новгород, издание ННГАСУ, 2009. — 65 с.
2. Кирюхин Г.Н., Смирнов Е.А. Строительство дорожных и аэродромных покрытий из щебеночно-мастичных асфальтобетонных смесей // Автомобильные дороги и мосты: обзорн. информ. Вып. 2. Москва: Информавтодор, 2003. — 96 с.
3. Кирюхин Г.Н., Смирнов Е.А. Покрытия из щебеночно-мастичного асфальтобетона // М.: ООО «Издательство «Элит», 2009. — 176 с.

Mironov N.S., Chernov S.A. Influence of complex modifiers on the properties of SMA

УДК 625.762

ПРИМЕНЕНИЕ КОМПЛЕКСНОГО МОДИФИКАТОРА АСФАЛЬТОБЕТОНА «РУББЕРМАСТИК» В СФЕРЕ ДОРОЖНОГО ПОКРЫТИЯ НА УЧАСТКАХ В ВОЛГОГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ В 2021-22Г

Самсонов И.В. (гр. СМ-3-20)

Научный руководитель – д-р техн. наук, профессор Алексиков С.В.

Волгоградский государственный технический университет

Научные разработки модификаторов позволяют повысить прочность, долговечность асфальтобетонных покрытий и могут помочь в реализации программы «Безопасные качественные дороги» на 2021-2022 год, так как смеси, приготовленные с КМА (комплексный модификатор асфальтобетона 0,5%), полностью соответствуют требованиям государственных стандартов ГОСТ Р 58406.1-2020. В 2021 году проведены ремонтные работы в Волгоградской области, где применен данный модификатор на 5 опытных участках, и мы имеем возможность провести анализ дорожных работ на соответствие стандартам и рассмотреть итоги состояния покрытия спустя год эксплуатации.

Scientific development of modifiers can improve the strength and durability of asphalt concrete pavements and can help in the implementation of the Safe High-Quality Roads program for 2021-2022, since mixtures prepared with KMA (complex asphalt concrete modifier 0.5%) fully comply with the requirements of state standards GOST R 58406.1 -2020. In 2021, repair work was carried out in the Volgograd region, where this modifier was applied at 5 experimental sites and we have the opportunity to analyze road works for compliance with standards and consider the results of the pavement condition after a year of operation.

Целью данной работы являлось лабораторное сопровождение производства дорожных работ в 2021 году со стабилизирующей добавкой КМ «РУББЕРМАСТИК» ПГ по СТО 25209126-002-2020 и анализ состояния дорожного покрытия ЩМА – 15 весной 2022 года после начала

эксплуатации на участках Волгоградской области, которые сведены в таблицу № 1.

Таблица 1

Объекты ремонта автомобильных дорог

№ участка	Наименование участка	Протяженность участка, км
1	«Ремонт а/д «Новониколаевск-Урюпинск-Нехаевская-Краснополье-Манино (Воронежская область)» (в границах территории Волгоградской области) км 47+000 – км 57+000 в Урюпинском муниципальном районе Волгоградской области»;	10
2	«Ремонт а/д «Жирновск-Рудня-Вязовка-Михайловка-Кумылженская-Вешенская (Ростовская область)» (в границах территории Волгоградской области) км 30+000 – км 37+000 в Руднянском муниципальном районе Волгоградской области»;	7
3	«Ремонт а/д «М-6» Каспий» - Фролово – Ольховка – Липовка – а/д Р228 «Сызрань – Саратов – Волгоград» км 51+500 – км 58+270 во Фроловском муниципальном районе Волгоградской области»;	6,77
4	«Ремонт автомобильной дороги «Палласовка-Кайсацкое» км 26+000 – км 36+000 в Палласовском муниципальном районе Волгоградской области»;	10
5	«Ремонт а/д «Ленинск-Рассвет-Красный Октябрь-а/д «Самара-Пугачев-Энгельс-Волгоград» км 62+830 – км 78+000 в Ленинском и Среднеахтубинском муниципальных районах Волгоградской области»;	15,17
	Всего	48,94

В 2021 году определение физико-механических характеристик ЦМАС-15, укладываемой с применением стабилизирующей добавки КМ «РУББЕРМАСТИК» ПГ в верхних слоях покрытия на экспериментальных участках. Проверка подбора состава щебеночно-мастичной асфальтобетонной смеси ЦМАС-15 со стабилизирующей добавкой «РУББЕРМАСТИК» ПГ выполняется путем контроля по документам и проведения контрольных испытаний ЦМАС-15 и компонентов смеси по важнейшим показателям согласно утвержденного рецепта. Оценка качества ЦМА-15 и уплотнения на экспериментальных участках из ЦМАС-15 с добавкой после устройства слоя покрытия. Испытания и оценка свойств щебеночно-мастичной асфальтобетонной смеси ЦМАС-15 осуществляется стандартными методами по ГОСТ 12801-98 и требованиям ГОСТ 31015-2002. Испытания и оценка свойств компонентов ЦМАС-15 осуществлялась по соответствующим стандартам.

В 2022 году проводится оценка состояния верхнего слоя покрытия из ЦМА-15, укладываемых с применением комплексного модификатора асфальтобетона КМА «РУББЕРМАСТИК» ПГ на экспериментальных

участках, спустя год эксплуатации путем измерения геометрических параметров, ровности, поперечных уклонов. Фотофиксация геометрических характеристик получаемого покрытия.

Измерения и оценка свойств ЩМА-15 в покрытиях эксплуатируемых участках спустя один год после укладки осуществляется стандартными методами по СП 78.13330.2012

Проверка подбора состава щебеночно-мастичной асфальтобетонной смеси ЩМАС-15 с применением комплексного модификатора асфальтобетона КМА «РУББЕРМАСТИК» ПГ выполнена путем контроля по входящим документам и проведения контрольных испытаний ЩМАС-15 и компонентов смеси по важнейшим показателям.

Подбор состава смеси ЩМАС-15 для устройства верхнего слоя покрытия на объектах была осуществлена лабораториях филиалов ГБУ «Волгоградавтодор». Рецепт состава смесей ЩМАС-15 был согласован с заказчиком - ГКУ Волгоградской области «Дирекция по строительству автомобильных дорог»

Лабораторные испытания и оценка свойств щебеночно-мастичной асфальтобетонной смеси (ЩМАС-15) осуществляясь стандартными методами по ГОСТ 12801-98 и требованиям ГОСТ 31015-2002 «Смеси асфальтобетонные и асфальтобетон щебеночно-мастичные. Технические условия», приведены в сводной таблице согласно рецептов № 2.

Таблица 2

Исходные данные рецептов по объектам

Наименование показателей	Требования ГОСТ 31015	УЧАСТКИ таблица № 1				
		1 Урюпинск	2 Рудня	3 Фролово	4 Палласовка	5 Ленинск
Содержание минеральных составляющих и битума в %						
Щебень фр.10-15 мм	-	55	55	55	60	55
Щебень фр.5-10 мм	-	10	10	10	-	-
Отсев дробления фр. 0-20мм	-	-	-	-	20	-
Отсев дробления фр. 5-10мм	-	-	-	-	-	10
Отсев дробления фр. 0-10мм	-	25	25	25	-	25
Отсев дробления фр. 0-5мм	-	-	-	-	10	-
Минеральный порошок МП-1	-	10	10	10	10	10

Комплексный модификатор «РУББЕРМАС ТИК ПГ»	-	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Битум БНД 60/90	-	5,7	6	6	6	6
Результаты испытаний образцов асфальтобетонной смеси по рецепту						
Водонасыщенность, % по объему	1,5-4,0	3,0	2,6	2,9	2,4	2,5
Предел прочности при сжатии, при температуре 20° С, не менее Мпа	2,5	3,3	3,6	3,1	3,6	3,7
при температуре 50° С, не менее МПа	0,7	1,5	1,5	1,2	1,5	1,0
Сдвигоустойчивость: Коэффициент внутреннего трения, не менее:	0,94	0,94	0,94	0,94	0,94	0,98
Сцепление при сдвиге при 50С МПа, не менее:	0,20	0,21	0,21	0,21	0,21	0,27
Средняя плотность, г/см ³	не норм.	2,40	2,40	2,39	2,39	2,39
Стекание вяжущего	не более 0,20	0,15	0,15	0,17	0,15	0,06
Пористость минеральной части	15,0 - 19,0	17,2	16,9	17,6	16,0	17,2
Остаточная пористость	2,0 - 4,5	3,6	3,2	4,0	2,5	3,6
Водостойкость при длительном водонасыщении	не менее 0,75	0,89	0,89	0,88	0,89	0,89
Сцепление битума с минеральной частью	выдерж.	выдерж.	выдерж.	выдерж.	выдерж.	выдерж.
Трещиностойкость	3,0 - 6,5	4,4	4,4	4,1	4,1	4,3

Результаты контроля качества ЦМА-15 по смесям и вырубкам на экспериментальных объектах Волгоградской области приведены в сводной таблице № 3 и 4 соответственно.

Таблица 3

Контроль качества смесей на объектах

Наименование показателя	Требования ГОСТ 31015	УЧАСТКИ таб. № 1				
		1 Урюпинск	2 Рудня	3 Фролово	4 Палласовка	5 Ленинск
Результаты испытаний образцов асфальтобетонной смеси						
Водонасыщенность, % по объему	1,5-4,0	2,5	4	2,6	2,4	2,5
Предел прочности при сжатии, при температуре 20° С, не менее МПа	2,5	3	2,8	3,5	2,8	3,7
при температуре 50° С, не менее МПа	0,7	1,1	0,90	1,2	0,9	1,0
Сдвигоустойчивость: Коэффициент внутреннего трения, не менее:	0,94	0,96	0,97	0,97	0,97	0,98
Сцепление при сдвиге при 50С МПа, не менее:	0,20	0,40	0,27	0,38	0,27	0,27
Средняя плотность, г/см ³	не норм.	2,40	2,38	2,39	2,38	2,39
Стекание вяжущего	не более 0,20	0,08	0,06	0,05	0,04	0,06

Таблица 4

Контроль качества вырубков (кернов) из а/б покрытия

Показатели	Требования ГОСТ 31015 п. 5.3	Фактические результаты испытаний по объектам									
		1. Урюпинск		2. Рудня		3. Фролово		4. Палласовка		5. Ленинск	
		ПК 43+ 00 пра во	ПК 45+ 00 лев о	ПК 29+ 50 пра во	ПК 53+ 00 лев о	ПК 33+ 40 лев о	ПК 38+ 50 лев о	ПК 9+5 0 лев о	ПК 11+ 00 пра во	ПК 15+ 90 пра во	ПК 18+ 00 лев о

Толщина	4,0 - 5,0	5,0	5,2	4,5	5,8	5,5	5,3	4,6	6,2	4,8	5,2
Средняя плотность	не норм.	2,39	2,36	2,39	2,38	2,40	2,41	2,39	2,40	2,33	2,34
Водонасыщение	до 4,0	2,7	3,4	2,2	2,5	0,9	1,1	3,8	3,6	3,6	3,0
Сцепление	обесп.	обе сп.	обе сп.	обе сп.	обе сп.	обе сп.	обе сп.	обе сп.	обе сп.	обе сп.	обе сп.

Результаты замеров ровности по объектам сведены в таблицу № 5

Таблица 5

Замеры ровности верхнего слоя покрытия

Требования СП 78.13330.2012 «Автомобильные дороги»	Кол-во измерений ровности (3м рейка), шт.	Количество измерений в %
УЧАСТОК 1 «Ремонт а/д «Новониколаевск-Урюпинск-Нехаевская-Краснополье-Манино (Воронежская область)» (в границах территории Волгоградской области) км 47+000 – км 57+000 в Урюпинском муниципальном районе Волгоградской области»;		
до 5 мм	95 %	23
от 5 до 10 мм	Не более 5 %	1
свыше 10 мм	Не допускается	0
УЧАСТОК 2 «Ремонт а/д «Жирновск-Рудня-Вязовка-Михайловка-Кумылженская-Вешенская (Ростовская область)» (в границах территории Волгоградской области) км 30+000 – км 37+000 в Руднянском муниципальном районе Волгоградской области»;		
до 5 мм	95 %	23
от 5 до 10 мм	Не более 5 %	1
свыше 10 мм	Не допускается	0
УЧАСТОК 3 «Ремонт а/д «М-6» Каспий» - Фролово – Ольховка – Липовка – а/д Р228 «Сызрань – Саратов – Волгоград» км 51+500 – км 58+270 во Фроловском муниципальном районе Волгоградской области»;		
до 5 мм	95 %	24
от 5 до 10 мм	Не более 5 %	0
свыше 10 мм	Не допускается	0
УЧАСТОК 4 «Ремонт автомобильной дороги «Палласовка-Кайсацкое» км 26+000 – км 36+000 в Палласовском муниципальном районе Волгоградской области»;		
до 5 мм	95 %	24
от 5 до 10 мм	Не более 5 %	2
свыше 10 мм	Не допускается	0
УЧАСТОК 5 «Ремонт а/д «Ленинск-Рассвет-Красный Октябрь-а/д «Самара-Пугачев-Энгельс-Волгоград» км 62+830 – км 78+000 в Ленинском и Среднеахтубинском муниципальных районах Волгоградской области»;		
до 5 мм	95 %	24
от 5 до 10 мм	Не более 5 %	0
свыше 10 мм	Не допускается	0

Результаты замеров по коэффициенту сцепления сведены в таблицу № 6

Замеры коэффициента сцепления

Участки	Количество замеров	Коэффициент сцепления средний	Требования ГОСТ Р 50597-2017
1	28	0,66	не менее 0,3
2	24	0,70	не менее 0,3
3	27	0,69	не менее 0,3
4	20	0,73	не менее 0,3
5	27	0,66	не менее 0,3

Асфальтобетонная смесь ЦМАС-15 с применением комплексного модификатора асфальтобетона КМА «РУББЕРМАСТИК» ПГ на экспериментальных объектах Волгоградской области, согласно приведенным выше результатам лабораторного контроля, показала свою эффективность в верхних слоях дорожной одежды и колееобразование в рамках нормативных показателей.

Щебеночно-мастичная асфальтобетонная смесь ЦМАС-15 и её компоненты, изготовленная с применением комплексного модификатора асфальтобетона КМА «РУББЕРМАСТИК» ПГ, по результатам проведенного контрольных испытаний, удовлетворяет требованиям ГОСТ 31015-2002 по всем физико-механическим показателям.

Качество уплотнения асфальтобетона ЦМА-15 с добавкой комплексного модификатора асфальтобетона КМА «РУББЕРМАСТИК» ПГ соответствует требованиям ГОСТ 31015-2002. «Смеси асфальтобетонные и асфальтобетон щебеночно-мастичные. Технические условия» п.9.2.

Экспериментальные участки отличаются ровность, удобоукладываемостью и однородностью по составу, высокую адгезию, эластичность пленок вяжущего в широком температурном диапазоне и в итоге – эксплуатационную надежность верхнего слоя асфальтобетонного покрытия в межсезонный период.

Библиографический список:

1. ГОСТ Р 58406.1-2020 Дороги автомобильные общего пользования. Смеси щебеночно-мастичные асфальтобетонные и асфальтобетон.
2. СП 78.13330.2012 Автомобильные дороги.
3. ГОСТ 31015-2002. «Смеси асфальтобетонные и асфальтобетон щебеночно-мастичные. Технические условия».
4. ГОСТ 12801-98 Материалы на основе органических вяжущих для дорожного и аэродромного строительства
5. Отчет УралДорНИИ по «Исследованию комплексного модификатора асфальтобетона «РубберМастик», полимерно- дисперсно армирующий гранулированный по СТО 25209126-002-2020 КМА «Руббермастик» ПГ в составе щебеночных асфальтно бетонных смесей и асфальтобетона на соответствие современным требованиям ПНСТ и ГОСТ Р»

Samsonov I.V. The use of a complex asphalt concrete modifier "Rubbermastic" in the field of road pavement at sites in the Volgograd region in 2021-22

УДК 625.7/8

**СТРОИТЕЛЬСТВО УЧАСТКА АВТОМОБИЛЬНОЙ ДОРОГИ
М-7 «ВОЛГА» С ПОКРЫТИЕМ ИЗ АСФАЛЬТОБЕТОННОЙ СМЕСИ
SP16T**

Сергушев А.И. (гр. 0СМ31)

Научный руководитель – канд. техн. наук, доцент Ильина О.Н.

*Казанский Государственный
Архитектурно-Строительный Университет*

В современном мире все больше внимание уделяется «системе объемно-функционального проектирования» асфальтобетонных смесей для покрытия автомобильных дорог. Данная система доказала свою эффективность и успешно применяется на многих автомобильных дорогах РФ. В настоящий момент идет мониторинг уложенного участка автомобильной дороги М7 «Волга» км 1038+000 - км 1040+310 с покрытием из асфальтобетонной смеси SP16T.

In the modern world, more and more attention is being paid to the "system of volumetric and functional design" of asphalt concrete mixtures for covering automobile roads. This system has proven its effectiveness and is successfully used on many highways of the Russian Federation. At the moment, the laid section of the M7 Volga highway km 1038+000 - km 1040+310 with a coating of asphalt concrete mixture SP16T is being monitored.

В России на дорогах с повышенной интенсивностью активно внедряется комплексная технология производства асфальтобетона с новой «системой объемно-функционального проектирования». Технология направлена на создание асфальтобетонных покрытий более устойчивых к растрескиванию из-за низких температур, стойких к деформации и усталостному разрушению. Также ее основной особенностью является прогнозирование состояния дорожного покрытия (глубины колеи, усталостных трещин и низкотемпературных сеток) во времени с учетом влияния внешних факторов данного региона (температуры, влажности), перспективой интенсивности движения [1, 2].

С 2013 года данная технология начала применяться на автомобильных дорогах РФ, были выпущены нормативные документы, такие как ПНСТ 114 «Дороги автомобильные общего пользования. Смесей асфальтобетонные дорожные и асфальтобетон. Технические требования для метода объемного проектирования по методологии Supergravel» и ПНСТ 115 «Дороги автомобильные общего пользования. Смесей асфальтобетонные дорожные и асфальтобетон. Метод проектирования объемного состава по методологии Supergravel», которые в дальнейшем переведены в ГОСТ 58401.1 «Дороги автомобильные общего пользования. Смесей асфальтобетонные дорожные и асфальтобетон. Система объемно-функционального проектирования. Технические требования» [3] и 58401.5 «Дороги автомобильные общего пользования. Смесей асфальтобетонные дорожные и асфальтобетон. Система объемно-функционального проектирования. Правила приемки» [4] и действующие в настоящее время.

Республика Татарстан – один из ведущих регионов, который активно

внедряет новые технологии по производству асфальтобетонных смесей покрытий на автомобильных дорогах. За все время в РТ по «системе объемно-функционального проектирования» асфальтобетонных смесей было уложено более 100 км дорожного покрытия. Например, в 2021 году на участке М-7 «Волга» км 1038+000 - км 1040+310 - применялась асфальтобетонная смесь марки SP-16 Т, запроектированная в лаборатории дорожно-строительной компании ООО «Строй-Инжиниринг». Состав смеси и дозировка на замес представлены в таблице 1. Производство смеси осуществлялось на асфальтосмесительной установке «КА-160» (Россия) башенного типа, периодического действия (рисунок 1). Одним из условий обеспечения качества асфальтобетонного покрытия, при использовании асфальтобетонных смесей, запроектированных по методу объемно-функционального проектирования, является соблюдение рабочей температуры смеси на этапе ее транспортировки к месту строительства до момента загрузки в бункер асфальтоукладчика.

Таблица 1

Состав смеси и дозировка на замес

№	Наименование материалов с указанием производителей	Состав смеси (битум сверх 100%)	Состав смеси (битум в 100%)	Дозировка на замес 1000 кг, кг
1	Щебень фр. 8-16мм М1400 ООО ТД «Уралдоломит» Чернореченское месторождение	29,0	27,6	276
2	Щебень фр. 4-8 мм М1400 ООО ТД «Энерго-Альянс» Гумбейское месторождение гранодиоритов	27,0	25,7	257
3	Песок дробленый фр. 0-4 мм М1400 ООО ТД «Уралдоломит» Чернореченское месторождение	44,0	41,9	419
4	Битумное вяжущее PG 70-28 ООО ТД «БитумОйл» +0,3% Адгезол-6 ООО «Базис-Терра»	5,0	4,8	48
	Итого:	105,0	100,0	1000

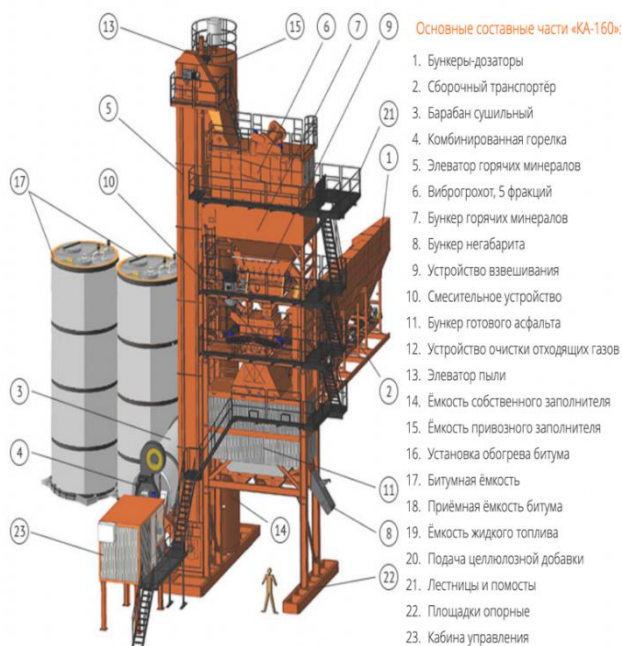


Рис. 1. Асфальтосмесительная установка «КА-160» (Россия)

Согласно технологической карте производства работ рабочая температура смеси в момент укладки должна быть в пределах 130-150 °С. Поэтому для обеспечения качества смеси и исключения ее температурной сегрегации, выпуск асфальтобетонной смеси был осуществлен с рабочей температурой 156 °С. В рабочем звене машин и механизмов был применен анисегригационный перегружатель марки Weller E1250A, сначала выгрузка смеси производилась в перегружатель, а затем в асфальтоукладчик (рисунок 2). В качестве ведущего механизма применялся асфальтоукладчик VOLVO P7820D. Рабочая скорость укладчика составляла 3, м/мин, с частотой колебаний вибробруса 750 об/мин и частотой колебаний выглаживающей плиты 12000 об/мин. Проектная и фактическая толщины слоя асфальтобетонного покрытия составили 5 см, работы по укладке асфальтобетонной смеси производилась при ширине 4 м.



Рис. 2. Выгрузка асфальтобетонной смеси в перегружатель Weller E1250A

Уплотнение асфальтобетонной смеси производилось отрядом гладковальцовых катков Bomag BW 151 массой 9 тонн и катков марки Bomag BW 202, массой 11 тонн. Катки совершили по 6 и 4 прохода

соответственно, для обеспечения качественного уплотнения. Рабочая скорость катков составила 3 км/час. Общий вид работы механизированного отряда машин и механизмов представлен на рис. 3.



Рис. 3. Машины и механизмы при устройстве покрытия из асфальтобетонной смеси марки SP-16Т

Эксплуатация и мониторинг уложенного участка автомобильной дороги М7 «Волга» км 1038+000 - км 1040+310 с покрытием из асфальтобетона SP-16Т осуществляется с лабораторными исследованиями образцов вырубок материала. Результаты исследований показывают их соответствие нормативным требованиям.

Библиографический список:

1. Научный Интернет-журнал «Техника и технология транспорта» статья на тему «Анализ проектирования асфальтобетонных смесей по методике Superpave» Дата публикации 15.12.2021 <http://transport-kgasu.ru/files/N23-23TI421.pdf>
2. Ксения Калинина статья «Superpave – качество дорожного покрытия» <https://sumpro.ru/articles/article?id=491&>
3. ГОСТ Р 58401.1-2019. «Дороги автомобильные общего пользования. Смесей асфальтобетонные дорожные и асфальтобетон. Система объемно-функционального проектирования. Технические требования». М.: Стандартинформ, 2019
4. ГОСТ Р 58401.5-2019. «Дороги автомобильные общего пользования. Смесей асфальтобетонные дорожные и асфальтобетон. Система объемно-функционального проектирования. Правила приемки». М.: Стандартинформ, 2019

Sergushev A.I., Ilyina O.N. Construction of a section of the M-7 Volga motorway with a coating of asphalt concrete mixture SP16T

УДК 625.7/.8:624.131.31(571.121)

**ПОЛЕВЫЕ ОБСЛЕДОВАНИЯ ДОРОЖНЫХ КОНСТРУКЦИЙ
ДЛЯ ЦЕЛЕЙ УТОЧНЕНИЯ ДОРОЖНО-КЛИМАТИЧЕСКОГО
РАЙОНИРОВАНИЯ ТЕРРИТОРИИ ЯНАО**

Сиволап В.Е. (гр. М08.21/10), Ефименко С.В.

Научный руководитель – д-р техн. наук Ефименко С.В.

Томский государственный архитектурно-строительный университет

Отражены особенности проведения комплекса полевых работ, выполняемых для целей уточнения дорожно-климатического районирования отдельных территорий. Представлена схема выбора участков автомобильных дорог для оборудования стационарных постов наблюдения за изменением водно-теплового режима многолетнемёрзлых грунтов. Приведены отдельные результаты определения физико-механических свойств грунтов земляного полотна автомобильных дорог на территории ЯНАО, так, например, установлено, что преобладающим видом грунтов, являются пески (пылеватые, средней крупности и мелкие).

The features of the complex of field works carried out for the purpose of clarifying the road-climatic zoning of individual territories are reflected. A scheme is presented for selecting sections of highways for equipping stationary posts for monitoring changes in the water-thermal regime of permafrost soils. Separate results of determining the physical and mechanical properties of subgrade soils of roads in the YNAO are given, for example, it was found that the predominant type of soils are sands (silty, medium and fine).

Необходимость выполнения исследований, направленных на уточнение дислокации границ дорожно-климатических зон и подзон для субъектов Российской Федерации, обусловлена значительными затратами на приведение автомобильных дорог в требуемое транспортно-эксплуатационное состояние, в течении их жизненного цикла. Это связано с тем, что действующие нормы проектирования транспортных сооружений, например, СП34.13330.2021 [1] и ОДН 218.046-01 [2] не учитывают особенностей природно-климатических условий отдельных регионов России. Карты-схемы дорожно-климатического районирования, имеют отличия в территориальном расположении зон и подзон, что, безусловно, сказывается на качестве проектирования транспортных сооружений [3].

Процедура выбора участков автомобильных дорог для оборудования постов наблюдения за изменением водно-теплового режима грунтов земляного полотна включала изучение проектов и паспортов автомобильных дорог, уточнение соответствия предварительно выбранного участка автомобильной дороги нормам проектирования, оценку состояния дорожных одежд и земляного полотна на постах наблюдения. Кроме того, проводили оценку грунтовых, гидрологических и климатических условий, а также удалённость действующих метеорологических станций сети Росгидромета.

На основе этого были выбраны 11 участков автомобильных дорог, расположение которых на территории Ямало-Ненецкого автономного округа показано на рисунке 1.

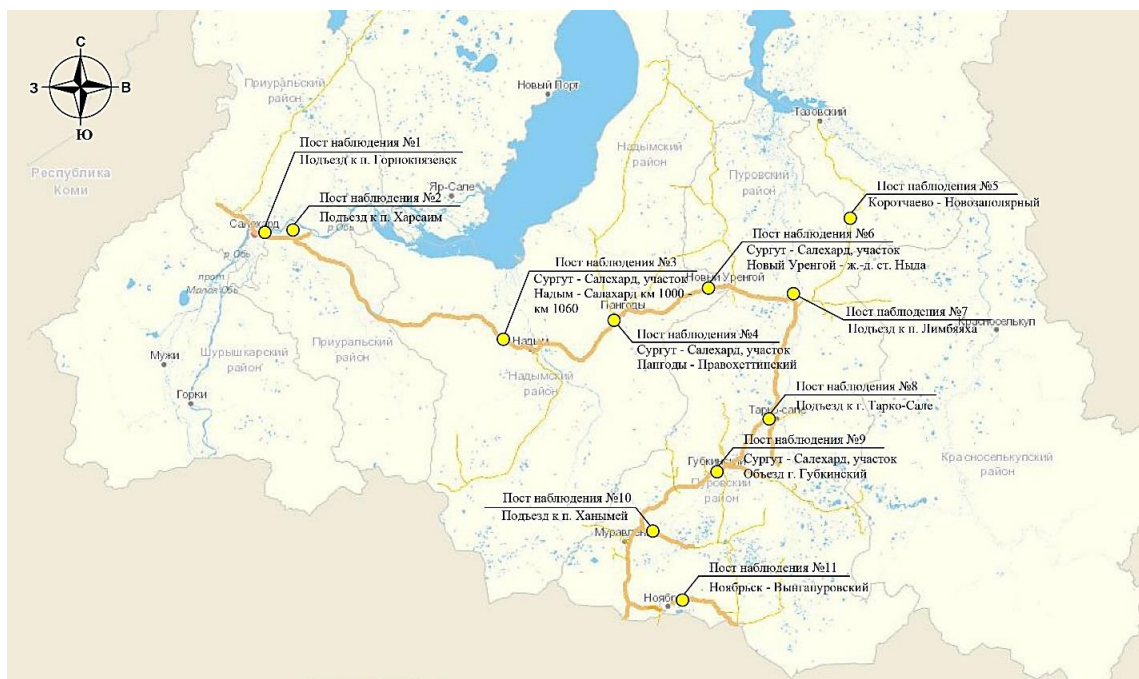


Рис. 1. Схема расположения постов для наблюдения

Все предварительно отобранные для организации постов участки автомобильных дорог проходили визуальную оценку их состояния, которая заключалась в фиксации всех видимых дефектов на поверхности покрытия проезжей части, обочин и откосной части земляного полотна.

При отсутствии дефектов или их редком и незначительном проявлении приступали к инструментальному обследованию выбранного участка дороги, включающему измерение ширины и величины поперечных уклонов проезжей части и обочин, определение крутизны откосной части и высоты насыпи. При наличии водоотводных канав выполняли измерение их продольного уклона и габаритов.

Инструментальные измерения геометрических параметров участков автомобильных дорог выполнены с применением рулетки измерительной металлической и рейки дорожной универсальной. Результаты измерений сведены в таблицу 1.

Таблица 1
Ведомость геометрических параметров участков автомобильных дорог, на которых оборудованы посты для наблюдений

№ поста	Заложение левой откосной части, м	Ширина левой обочины, м	Ширина проезжей части, м	Ширина правой обочины, м	Заложение правой откосной части, м	Материал покрытия проезжей части
1	2,95	2,50	6,00	3,15	3,12	асфальтобетон
2	6,30	2,50	7,00	2,50	6,30	щебёночно-песчаная смесь
3	9,00	3,15	7,00	2,95	8,70	асфальтобетон
4	6,50	3,00	7,00	3,00	6,40	асфальтобетон
5	8,00	2,90	7,00	4,25	4,00	асфальтобетон
6	4,00	4,10	7,00	4,50	4,00	асфальтобетон

7	4,00	3,40	7,00	3,50	5,50	асфальтобетон
8	4,60	2,85	7,00	2,85	5,10	асфальтобетон
9	6,00	3,20	7,00	3,50	6,80	асфальтобетон
10	4,00	3,15	7,00	2,65	4,20	асфальтобетон
11	5,50	2,40	7,00	2,40	5,30	асфальтобетон

Для определения высотных отметок поперечного профиля, выбранных участков автомобильных дорог выполнена их геодезическая съёмка с применением нивелира и выдвижной геодезической рейки.

В соответствии с требованиями государственной системы обеспечения единства измерений и Федерального закона 102-ФЗ об обеспечении единства измерений [4] применяемые средства измерения и оборудование имеют действующие свидетельства о проверке на соответствие точности измерений, полученные в государственных региональных центрах стандартизации, метрологии и испытаний.

Для всех постов наблюдения выполнено вскрытие обочин по кромке дорожного покрытия с целью установления существующих конструктивных решений, отбора проб грунтов земляного полотна для последующих лабораторных исследований и проведения штампových испытаний.

Характеристика дорожных конструкций, на которых выполнены работы по вскрытию и измерению толщин конструктивных слоёв представлена в таблице 2.

При отборе проб грунтов земляного полотна для лабораторных исследований их влажностных свойств на обследуемых участках автомобильной дороги разрабатывали шурфы вдоль кромки дорожного покрытия. Образцы проб грунта отбирали в рабочем слое земляного полотна с глубины 0,10...0,90 м от низа дорожной одежды.

Для установления физико-механических свойств грунтов рабочего слоя земляного полотна на мониторинговых постах производили механизированное бурение скважин с последующим отбором проб. Отбор, упаковка, транспортировка и хранение образцов и монолитов грунтов, предназначенных для лабораторных исследований, выполнены в соответствии с требованиями ГОСТ 12071 [5].

Таблица 2

Характеристика конструктивных решений на участках автомобильных дорог ЯНАО

Титул автомобильной дороги, КМ+	Конструкция дорожной одежды		Конструкция земляного полотна	
	наименование материала слоя	толщина слоя, см	наименование материала слоя	толщина слоя, см
Подъезд к п. Горнокнязевск КМ 1+695	Асфальтобетон	15	Песок	166
	Щебень	19		
	Песок	16		
	ЩПС	62		
Подъезд к п. Харсаим КМ 3+000	ЩПС	22	Песок	170
	Асфальтобетон	13,5	Песок	168

Сургут – Салехард, участок Надым – Салехард км 1000 – км 1060 КМ+1016+000	ЩПС	35,5		
Сургут – Салехард, участок Пангоды – Правохеттинский КМ 874+000	Асфальтобетон	17	Песок	175
	Щебень	28		
Сургут – Салехард, участок Новый Уренгой - ж.-д. ст. Ныда КМ 772+000	Асфальтобетон	16	Песок	70
	Щебень	37		
Коротчаево – Новозаполярный КМ +125+000	Асфальтобетон	16	Песок	220
	Щебень	8		
	ц/б плита	16		
	СНМ	0,02		
Подъезд к п. Лимбяха КМ 2+000	Асфальтобетон	6	Песок	260
	ц/б плита	18		
	Пескоцемент	26		
Подъезд к г. Тарко-Сале КМ 5+000	Асфальтобетон	11	Песок	130
	ц/б плита	12		
Сургут – Салехард, участок Объезд г. Губкинский КМ 465+000	Асфальтобетон	11	Песок	173
	Щебень	26		
Подъезд к п. Ханымей КМ 5+000	Асфальтобетон	8,5	Песок	121,5
	ц/б плита	14		
	Монтажный слой песка	10		
Ноябрьск – Вынгапуровский КМ 8+000	Асфальтобетон	6	Песок	150
	ЩПС	7		
	Старый асфальтобетон	7		
	Щебень	10		

В расчетах дорожных одежд в качестве параметров физико-механических свойств используются модуль упругости ($E_{гр}$), угол внутреннего трения ($\phi_{гр}$) и удельное сцепление ($c_{гр}$) [6]. Отдельные результаты определения физико-механических свойств грунтов рабочего слоя земляного полотна автомобильных дорог ЯНАО, представлены в таблице 3.

Таблица 3

Отдельные результаты определения физико-механических свойств грунтов рабочего слоя земляного полотна автомобильных дорог ЯНАО

№ п.п.	Образец выработка	Описание грунта	Плотность, г/см ³			Естественная влажность, %	Пористость, %	Коэффициент пористости	Степень влажности	Полная влагоемкость, %
			Частиц грунта	Влажного грунта	Сухого грунта					

			ρS	ρ	ρd	We	n	e	Sr	W_{sat}
1	Новый Уренгой	песок пылеватый	2,63	1,78	1,68	5,8	36,029	0,563	0,270	21,415
2	Муравленко	песок средней крупности	2,59	1,49	1,46	1,9	43,543	0,771	0,063	29,779
3	Харсаим	песок пылеватый	2,61	1,42	1,37	3,1	47,229	0,895	0,090	34,291
4	Лимбьяха	песок средней крупности	2,70	1,55	1,49	3,8	44,694	0,808	0,126	29,930
5	Надым	песок пылеватый	2,68	1,89	1,76	6,9	34,029	0,515	0,358	19,247
6	Губкинский	песок пылеватый	2,62	1,60	1,52	5,2	41,949	0,722	0,188	27,582
7	Горноknязевск	песок пылеватый	2,61	1,46	1,38	5,2	46,826	0,880	0,154	33,740
8	Новозаполярный	песок мелкий	2,66	1,47	1,36	7,3	48,496	0,9416	0,206	35,399
9	Тарко-Сале	песок мелкий	2,63	1,41	1,35	4,1	48,499	0,941	0,114	35,806
10	Пангоды	песок средней крупности	2,66	1,71	1,63	4,9	38,717	0,6317	0,206	23,751
11	Ноябрьск	песок пылеватый	2,68	1,78	1,61	10,1	39,674	0,657	0,411	24,540

Определение модуля упругости выполнено на поверхности грунта рабочего слоя земляного полотна, согласно требованиям [7, 8], с применением статического жёсткого штампа. Схема установки для штамповых испытаний приведена на рисунке 2.

Общий модуль упругости грунта земляного полотна, испытанного нагружением с помощью жёсткого штампа, определяли по формуле [7]:

$$E_y = \frac{0,75\sigma_{\max}D}{s_y}, \quad (1)$$

где 0,75 – коэффициент, учитывающий специфику проведения измерений нагрузочными плитами и усредненный коэффициент Пуассона;

D – диаметр нагрузочной плиты, мм; σ_{\max} – максимальная нагрузка при первичном нагружении, МН/м²;

S_y – упругая деформация при первичном нагружении, мм.

Упругая деформация при первичном нагружении S_y , мм, рассчитывают по формуле [7]:

$$S_y = S_{(1)} - S_{\text{ост}}, \quad (2)$$

где $S_{(1)}$ – полная деформация при максимальной нагрузке при первичном нагружении, мм;

$S_{\text{ост}}$ – деформация после проведения разгрузки, мм.

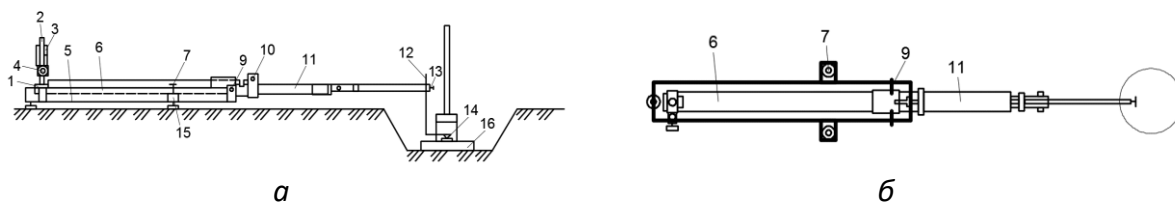


Рис. 2. Схема установки для штамповых испытаний

а – вид сбоку; *б* – вид сверху; 1 – пробка; 2 – стойка для индикатора; 3 – индикатор; 4 – держатель индикатора; 5 – швеллер; 6 – заднее плечо рычага; 7 – подъёмные винты; 8 – соединительная муфта; 9 – опорный винт; 10 – стяжной болт; 11 – переднее плечо рычага; 12 – измерительная игла; 13 – винт, закрепляющий иглу; 14 – подпятник, предохраняющий врезание измерительной иглы в дорожное покрытие; 15 – поперечная опорная балка; 16 – штамп

Для обустройства стационарных постов наблюдения за водно-тепловым режимом грунтов земляного полотна на автомобильных дорогах ЯНАО установлены датчики объёмной влажности и температуры.

Регистраторы данных каждые сутки в 4:00 – 5:00 утра передают информацию на облачный сервис. Облачный сервис позволяет выводить информацию по изменению водно-теплового режима грунтов земляного полотна на постах мониторинга.

По результатам выполненных работ можно сделать следующие выводы:

1. На основании анализа имеющихся проектов и паспортов автомобильных дорог, оборудовано 11 участков для размещения стационарных постов мониторинга за водно-тепловым режимом грунтов земляного полотна.

2. Выполнен комплекс работ по измерению геометрических и конструктивных параметров, выбранных для оборудования постов наблюдения участков автомобильных дорог, в основном участки автомобильных дорог можно отнести к III категории.

3. Произведено вскрытие дорожных конструкций с целью установления существующих конструктивных решений, отбора монолитов грунта земляного полотна для лабораторных исследований.

4. Преобладающим видом грунтов, слагающих земляное полотно, обследованных титулов автомобильных дорог на территории ЯНАО являются пески (пылеватые, средней крупности и мелкие). Доля пылеватых песков составляет 72,7 % от общего количества проб, принятых к исследованиям.

5. По результатам штамповых испытаний установлены значения фактического модуля упругости грунтов земляного полотна, которые находятся в пределах от 52,33 до 130,80 МПа.

6. Стационарные посты наблюдения, дают возможность отслеживать изменения водно-теплового режима грунтов земляного полотна.

Библиографический список:

1. СП 34.13330.2021 Автомобильные дороги. / Минстрой России. – М.: 2021. – 94 с.

2. ОДН 218.046-01 Проектирование нежестких дорожных одежд. Государственная служба дорожного хозяйства Министерства транспорта Российской Федерации. – М.: Информавтодор, 2001. – 145 с.

3. Ефименко В.Н. К обоснованию территориального распространения границы II–III дорожно-климатических зон в Западно-Сибирском регионе / В.Н. Ефименко, С.В. Ефименко, А.В. Сухоруков, Т.А. Кожухарь // Вестник Томского государственного архитектурно-строительного университета. 2014. – №. 5. – С. 133–143.

4. Федеральный закон от 07.05.2013 № 102-ФЗ «О внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации в связи с принятием Федерального закона "О запрете отдельным категориям лиц открывать и иметь счета (вклады), хранить наличные денежные средства и ценности в иностранных банках, расположенных за пределами территории Российской Федерации, владеть и (или) пользоваться иностранными финансовыми инструментами» – URL: http://pravo.gov.ru/proxy/ips/?docbody=&link_id=1&nd=102165202&intelsearch= (дата обращения: 13.10.2021).

5. ГОСТ 12071-2014. Грунты. Отбор, упаковка, транспортирование и хранение образцов. – М.: Стандартинформ, 2019. – 12 с.

6. Алексиков С.В. Обоснование прочностных характеристик грунтов земляного полотна автомобильных дорог Нижнего Поволжья / С. В. Алексиков, Б. Х. Санжапов, В. Л. Харланов, И. С. Алексиков // Вестник Волгогр. гос. архит.-строит. ун-та. Сер.: Стр-во и архит. 2011. Вып. 25(44). С. 89—93

7. ПНСТ 311-2018. Дороги автомобильные общего пользования. Показатели деформативности конструктивных слоев дорожной одежды из несвязных материалов и грунтов земляного полотна. Технические требования и методы определения. – М.: Стандартинформ, 2019. – 32 с.

8. ГОСТ 12536-2014. Грунты. Методы лабораторного определения гранулометрического (зернового) и микроагрегатного состава. – М.: Стандартинформ, 2019. – 23 с.

Sivolap V.E., Efimenko S.V. Field studies of road structures in YNAO territory

УДК 625.855.3-033.37

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МЕТОДОВ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ ДОЛГОВЕЧНОСТИ ГОРИЗОНТАЛЬНОЙ ДОРОЖНОЙ РАЗМЕТКИ

Тараненко И.С. (гр. СМ-3-21)

Научный руководитель – канд. техн. наук, профессор Девятков М. М.

Волгоградский государственный технический университет

Чрезвычайно остро стоит проблема совершенствования методов обеспечения функциональной долговечности горизонтальной дорожной разметки. Срок службы горизонтальной дорожной разметки зависит от ряда факторов, влияние которых необходимо определить и оценить, что поможет усовершенствовать методы обеспечения функциональной долговечности горизонтальной дорожной разметки.

The problem of improving the methods of ensuring the functional durability of horizontal road markings is extremely acute. The service life of horizontal road markings depends on a

number of factors, the impact of which needs to be determined and evaluated, which will help improve methods for ensuring the functional durability of horizontal road markings.

Цель работы: Обеспечение круглогодичного соответствия горизонтальной дорожной разметки техническим требованиям на основе совершенствования методов обеспечения функциональной долговечности горизонтальной дорожной разметки.

Задачи:

1. Предложить решение современной проблемы обеспечения функциональной долговечности горизонтальной дорожной разметки;

2. Показать преимущества предлагаемого подхода;

Методы. Внедрение детального анализа факторов, влияющих на функциональную долговечность (срок службы) горизонтальной дорожной разметки и методов прогнозирования долговечности.

Практическая ценность работы состоит:

– в применении представленного метода обеспечения круглогодичного соответствия горизонтальной дорожной разметки техническим требованиям на дорогах России;

– в использовании представленного метода в учебном процессе образовательных организаций по направлению подготовки (специальности) «Организация дорожного движения» и «Строительство», что позволит повысить качество подготовки специалистов;

– в оптимизации работы экспертов, осуществляющих свою деятельность в сфере организации дорожного движения.

Научная новизна работы состоит в новом алгоритме подбора материалов, методов нанесения и контроля состояния горизонтальной разметки.

На современном этапе, рассматривая вопросы модернизации (совершенствования) транспортного пространства, его (транспортное пространство) следует исследовать как составную часть транспортной подсистемы природно-технической системы с использованием теории ЭПВД [1].

Транспортное пространство, как составная часть, само входит в сложную, комплексную систему — ФПС ТПТС СЭЭО Ф-Т ТИС - в виде определённой подсистемы, объединённой оболочкой в виде социально-экономической и экологической среды.

При этом само транспортное пространство (ТПИ) представляет собой совокупность различных дорожных объектов (ДО) (Рис. 1), которые сами представляют собой природно-техническую систему [2].

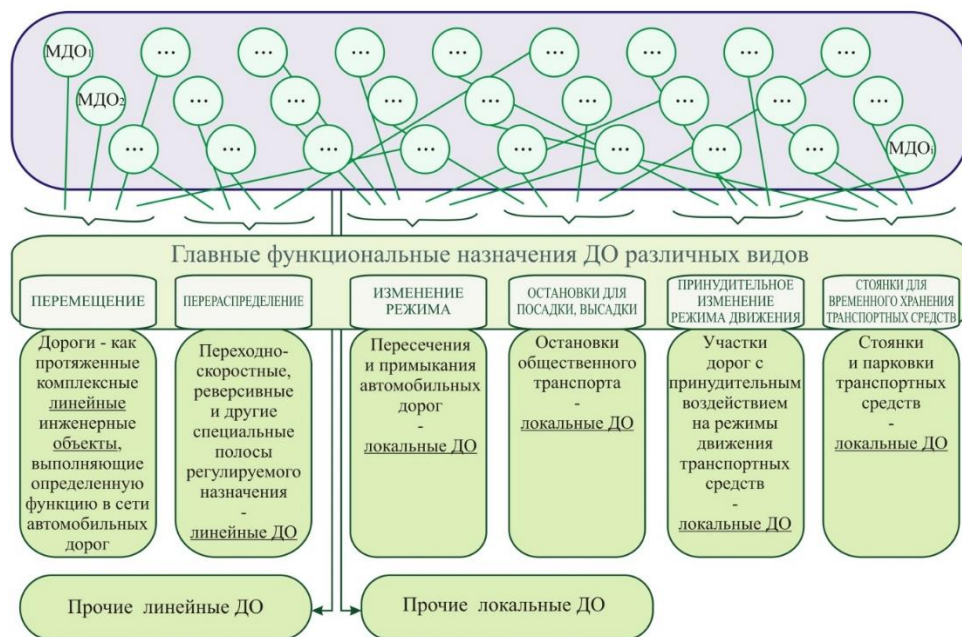


Рис. 1. Распределение множества дорожных объектов (МДО) по основным видам в зависимости от их главного функционального назначения [2]

В свою очередь, каждый ДО, представляет собой определённую природно-техническую систему на одном из пяти иерархических уровней (рис. 2).



Рис. 2. Ранжирование компонентов подсистемы «улично-дорожная сеть муниципальных образований», транспортной системы страны на пяти иерархических уровнях [2]

Совершенствование транспортного пространства, требует рассмотрения горизонтальной дорожной разметки как ЭПИД.

Обоснованность и целесообразность получения теоретических знаний и навыков исследования дорожно-транспортных объектов, как природно-технических систем придаёт также наличие в этом направлении существенных теоретических исследований, доведённых до практического внедрения. Они изложены в работах, излагающих основы экосистемного подхода к инженерно-строительной деятельности (транспортное строительство) [3], и разработанных в ИАиС ВолгГТУ основ теории модернизации улично-дорожной сети муниципальных образований [2, 4, 5].

Изучение связей и установление закономерностей, влияющих на потребительские свойства, экономичность и безопасность эксплуатации транспортных сооружений

Конечными потребителями горизонтальной дорожной разметки являются: организации предоставляющие услуги по нанесению, контролю и демаркировке дорожной разметки и участники транспортного процесса.

В целом, потребительские свойства можно объединить в четыре блока:

1. Экономическая эффективность обустройства дорожной разметки;
2. Видимость горизонтальной разметки;
3. Экологичность разметки;
4. Достаточная функциональная долговечность разметки.

Конечной целью обеспечения всех потребительских свойств является безопасность и эффективность разметки (Рис. 3).

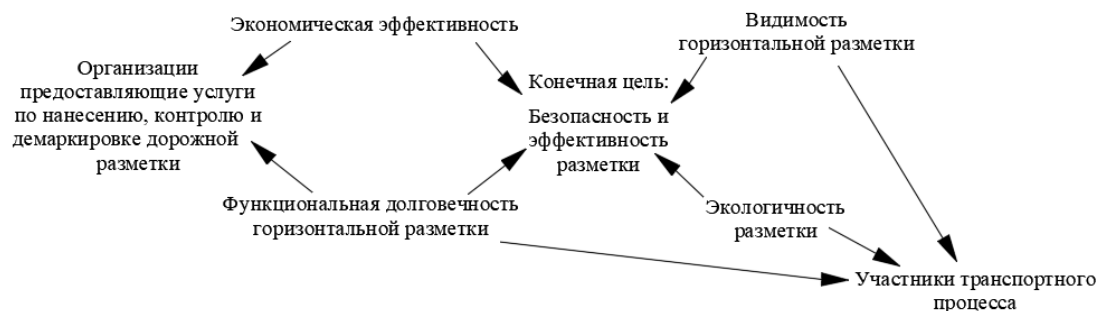


Рис. 3. Потребители горизонтальной дорожной разметки

На каждый из блоков потребительских свойств влияет ряд факторов, которые включают в себя набор параметров, которые возможно отслеживать, измерять и контролировать.

Посредством контроля параметров отдельных блоков факторов влияния возможно воздействовать на состояние потребительских свойств горизонтальной дорожной разметки.

На рисунке 4 изображена упрощённая схема социально-экологической природно-технической системы «Горизонтальная дорожная разметка».

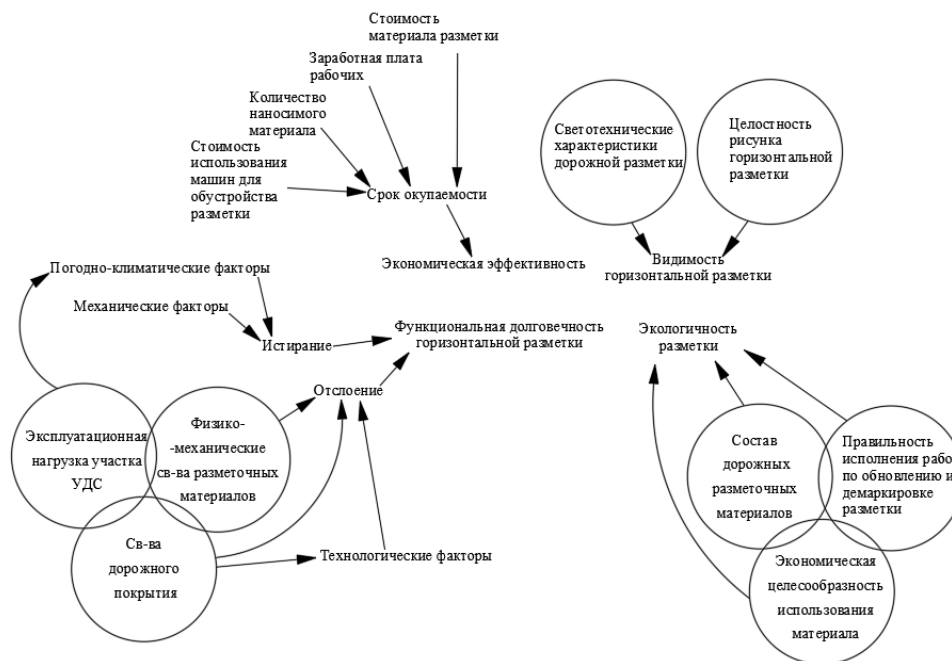


Рис. 4. Социально-экологическая природно-техническая система «Горизонтальная дорожная разметка»

Выбор оптимального маркировочного материала в зависимости от условий его эксплуатации

Для достижения конечной цели необходимо проанализировать оптимальные варианты использования материалов, технологий нанесения, экономической эффективности различных решений для конкретного участка, согласно условиям эксплуатации, погоднo-климатическим условиям и дорожным условиям.

В соответствии с российскими методическими рекомендациями по выбору и применению материалов для разметки автомобильных дорог категория участка устанавливается с помощью системы баллов по таблице 1 [6].

Таблица 1

Система баллов для определения уровня эксплуатационной нагрузки автомобильных дорог

Интенсивность движения, авт. /сут.		Балл
До 5000		1
От 5000 до 10000		2
Более 10000		3
Ширина проезжей части, м	Ширина полосы движения, м	Балл
До 6	До 3	3
От 6 до 7,5	От 3 до 3,75	1
Более 7,5	Более 3,75	0
Назначение разметки и место ее нанесения		Балл
Краевые линии		0

Продолжение таблицы 1

Места парковки	2
Места спуска или подъема, обозначенные дорожными знаками	2
Перекрестки и пересечения дорог	3
Искривления радиусом до 70 м	4
Осевые линии, окантовка участков, въезд на которые запрещается	4
Разделительные линии полос на дорогах вне городской черты, линии поперечной разметки, проезд по которым осуществляется периодически	5
Разделительные линии полос в черте города, линии поперечной разметки, проезд по которым осуществляется постоянно	10
Характеристика дорожного покрытия	Балл
Ровное полотно без видимых нарушений, гладкий асфальтобетон	0
То же, шероховатый асфальтобетон	2
Свежеуложенный асфальт, асфальт после ямочного ремонта	3
То же, цементобетон	4

Дорожное полотно с мелкими трещинами или незначительными перепадами уровня полотна (шириной до 0,5 см), занимающими менее 15 % размечаемой поверхности	4
То же, занимающими 15 - 40 % размечаемой поверхности	6
То же, занимающими более 40 % размечаемой поверхности; полотно с трещинами шириной более 1 см, имеющее более 15 % размечаемой поверхности явно выраженных дефектов (резкие перепады уровня шириной более 0,5 см, не заделанные углубления, булыжники, заливки между стыками и т.д.)	10
Сезонные факторы эксплуатации	Балл
Противогололедные смеси	2
Механические средства для уборки дорог	3
Переход температуры воздуха через 0°С	6

Категория участка (уровень эксплуатационной нагрузки) определяется суммированием баллов, соответствующих условиям эксплуатации данного участка (таблица 2).

Таблица 2

Категория участка

Категория участка	Сумма баллов
1	1 - 5
2	6 - 10
3	11 - 15
4	15 - 20
5	Более 20

Выбор оптимального маркировочного материала в зависимости от условий его эксплуатации осуществляется в соответствии с таблицей 3.

Таблица 3

Выбор оптимального маркировочного материала в зависимости от условий эксплуатации

Материал	Класс	Категория участка дороги	Срок службы разметки, мес., не менее
Краска	1	Временная разметка	Не нормируется
		1	12
		2	6
Краска	2	1	18
		2	12
Спрей пластик	3	1	24
		2	18
		3	12
Термопластик	4	2	36
		3	24
		4	18
Холодный пластик	5	3	48
		4	36
		5	24

Суммированием баллов возможно определить категорию исследуемого участка по таблице 2 и подобрать оптимальный маркировочный материал для горизонтальной дорожной разметки.

Экономическая эффективность предлагаемого решения по использованию материала

А далее возможно оценить экономическую эффективность предлагаемого решения по использованию материала. Так при взаимодействии факторов системы, обеспечиваются ключевые потребительские свойства горизонтальной разметки.

Теперь можно определить годовую экономию от внедрения предложения ΔZ :

$$\Delta Z = Z_1 - Z_2 \text{ э. д. е/год.} \quad (1)$$

где Z_1 - текущие затраты; Z_2 - затраты после механизации работ по нанесению разметки.

Экономический эффект оптимального способа нанесения дорожной разметки:

$$\mathcal{E} = \Delta Z - K_1 \times E_H \text{ э. д. е/год.} \quad (2)$$

где K_1 - единовременные затраты, необходимые для внедрения предложений; E_H - нормативный коэффициент капитальных вложений, равный 0,15.

Коэффициент экономической эффективности определяется из соотношения:

$$E = \frac{\Delta Z}{K_1} \quad (3)$$

Срок окупаемости определяется как:

$$T_{OK} = \frac{1}{E} \quad (4)$$

Если $E \geq E_H$ или $T_{OK} \leq 6$ лет, то внедрение предложений экономически, безусловно, выгодно.

Выводы

1. Обосновано, что на современном этапе, рассматривая вопросы модернизации (совершенствования) транспортного пространства, его (транспортное пространство) следует исследовать как составную часть транспортной подсистемы природно-технической системы с использованием теории ЭПВД;

2. Усовершенствованы методы обеспечения функциональной долговечности горизонтальной дорожной разметки;

3. Предложен метод определения оптимального маркировочного материала в зависимости от условий эксплуатации, а также метод оценки экономической эффективности предлагаемого решения.

Библиографический список:

1. Tsernant A. A. Ecosystem approach to engineering and construction activities (transport construction) Collection of works of TSNIIS. Philosophy of transport construction No. 255 p. 5-28.

2. Devyatov M. M. Fundamentals of the theory of modernization of the municipal road network : monograph / M. M. Devyatov, I. M. Vilкова, N. V. Sapozhkova ; under the general editorship of M. M. Devyatov ; Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation, Volgograd State Technical University. — Volgograd : Publishing house of VolgSTU, 2021. — 227 p.

3. Trofimenko Yu.V., Karev S.V. Environmental policy in the road industry until 2035: targets and ways to achieve them//. // Science and Technology in the mining industry. - No.2. 2021 p.1-6.

4. Devyatov M.M. Fundamentals of the theory of modernization of the highway network of cities. // Science and technology in the road industry. - No. 4. 2010 p.10-15.

5. Devyatov M.M. Designing elements of the street and road network of settlements for forced influence on modes and trajectory of movement of vehicles / M.M. Devyatov, I.M. Vilкова, M.V. Katasonov, D.Yu. Chumakov; under the general Editorship of M.M. Devyatov; M-vo and higher education of the Russian Federation, Volgogr.State Technical University. Unt. - Volgograd: VolgSTU, 2019. – 162 [2] p.

6. Methodological recommendations on the selection and application of materials for the road marking. Moscow: Soyuzdornii, 2002. 28 p.

Taranenko I.S. Improving provision methods functional durability of horizontal road markings

ТЕХНОЛОГИЯ ТРАНСПОРТНЫХ ПРОЦЕССОВ И БЕЗОПАСНОСТЬ ДОРОЖНОГО ДВИЖЕНИЯ

УДК 656.183

МЕТОДИКА СОЗДАНИЯ ВЕЛОМАРШРУТА НА ПРИМЕРЕ Г. ВОЛГОГРАДА

Ашуров Р.А. (гр. АТ-2Н), Сильченкова Ю.А. (гр. АТ-2Н),
Пантелеева А.А. (гр. АТ-414)

Научный руководитель – ст. преподаватель Сильченков Д.Д.

Волгоградский государственный технический университет

Ограниченность развития улично-дорожной сети крупных городов, быстрая автомобилизация, в частности в городах с плотной застройкой привели к поиску новых возможностей для борьбы с транспортными заторами и высокой загазованностью, реализация свежих идей по созданию комфортной городской среды, указав в приоритете высокую мобильность населения. В данных условиях одним из решением является развитие немоторизированных видов транспорта, например, велосипедного. Он имеет свои преимущества и недостатки. В данной работе описывается методика и ее применение по созданию и обоснованию веломаршрута для г. Волгограда.

The limited development of the street and road network of large cities, rapid motorisation, particularly in densely populated cities, has led to a search for new possibilities for combating traffic congestion and high pollution, implementing fresh ideas to create a comfortable urban environment, prioritising high population mobility. In these circumstances, one solution is to develop non-motorised modes of transport, such as cycling. It has its advantages and disadvantages. This paper describes the methodology and its application to create and justify a cycle route for the city of Volgograd.

Велосипедное движение и движение на средствах индивидуальной мобильности (электросамокаты, электровелосипеды, сигвеи, моноколеса и т.п.) приобретает популярность в городах по следующим причинам:

- увеличение мобильности городского населения;
- увеличение уровня автомобилизации, отставание развития улично-дорожной сети от потребностей жителей, что ведет к усугублению нерешенной проблемы транспортных заторов особенно в крупных городах;
- увеличение динамических характеристик данных средств передвижения за счет совершенствования конструкции велосипедов, установки эффективных электродвигателей и аккумуляторных батарей;
- рост количества доставок продуктов питания курьерскими службами в пределах одного района;
- популяризации велосипедного движения и здорового образа жизни;
- недовольство качеством работы общественного транспорта или его отсутствие в малых городах;
- и др.

С правовой точки зрения [1] велосипедист или человек, управляющий средством индивидуальной мобильности, не будет являться пешеходом и его движение в пешеходном или транспортном потоке как минимум

нерационально. С точки зрения безопасности дорожного движения они относятся к наименее защищенным участникам дорожного движения, при этом обладают низкими динамическими и массовыми характеристиками по сравнению с транспортными средствами, но более высокими по сравнению с пешеходами. Рост интенсивностей движения на велосипедах и средствах индивидуальной мобильности, отставание нормативной и методической базы по организации движения, отставание роста улично-дорожной сети от потребностей жителей зачастую приводят к низкому уровню организации движения и дорожно-транспортным происшествиям с высокой степенью тяжести с данными группами участниками дорожного движения.

Методика создания веломаршрута состоит из 5 этапов.

Первый этап состоит из анализа существующей велосипедной инфраструктуры и в определении потребности создания или развития веломаршрутной сети города, приоритетной цели применения велосипедов. Для этого целесообразно использовать следующие методы: натурные исследования, анкетирование граждан.

Второй этап состоит в определении начальных и конечных точек веломаршрутов и его типа, теоретических объемов движения, мест концентрации велосипедистов, мест хранения и проката велосипедов и средств индивидуальной мобильности. На данном этапе возможно применение следующих методов: анкетирование граждан, GPS-трекинг, натурные исследования.

Третий этап заключается в выборе оптимальной трассировки маршрутов по обобщенному критерию, который учитывает расстояние, безопасность и удобство. На данном этапе решается транспортная задача на модели улично-дорожной сети, которую можно описать с помощью графов.

На четвертом этапе проводится обоснование применения технических средств организации дорожного движения, средств повышающих удобство движения велосипедистов, размещения мест хранения велосипедов.

На пятом этапе оценивается достигнутый результат с помощью натуральных исследований, анализа текущего применения велоинфраструктуры, на основании которого строится прогнозная модель ее развития.

Опишем пример разработки и обоснования веломаршрута г. Волгограда.

Первый этап. Веломаршрутная сеть г. Волгограда состоит из 11 разрозненных маршрутов, 3 из которых созданы в рамках подготовки г. Волгограда к Чемпионату Мира по футболу в 2018 году, 5 маршрутов расположены в парках, и только один из них используется, который расположен на Центральной набережной реки Волги. По методике оценивания «Cycling Level of Service» [2] существующие маршруты получили следующие оценки: «низкокачественные» - 3 маршрута, «среднекачественные» - 8.

В ходе проведенного социологического опроса, в котором приняло участие 1000 человек, установлено, что более чем 22 % опрошенных имеют

велосипед. Однако используют его хотя бы несколько раз в неделю не более 5 %, а раз в неделю не более 10 %. По цели использования велосипедов более 65 % опрошенных применяют его для отдыха, а для поездок на работу, учебу, делам или в магазин не более 10 %. Ограниченность применения велосипедов происходит из-за неудобства транспортирования в многоквартирном доме и хранения в квартире (более 50 %), отсутствия безопасного длительного хранения на улице (более 30 %), чувства опасности при движении на велосипеде по проезжей части (более 50 %). После решения обозначенных проблем более 50 % опрошенных использовали бы велосипед для отдыха, более 20 % - для совершения поездок к подходящему для них транспорту (скоростной трамвай или автобус).

Второй этап. Анализ предлагаемых маршрутов респондентами позволил разбить их на две группы: прогулочные в парках и подвозные: «Микрорайон Спартановка – Станция скоростного трамвая «ВГТЗ»» с интенсивностью движения до 60 велосипедистов в час, «Микрорайон Родниковая долина – ТРК Акварель» с интенсивностью движения до 120 велосипедистов в час.

Третий этап. На рисунке 1 показана трасса предлагаемого велосипедного маршрута «Микрорайон Родниковая долина – ТРК Акварель». Начало маршрута – Жилой комплекс Родниковая Долина, конец пересечение пр. Университетского и ул. Петровского. Данный маршрут районного значения имеет протяженность около 6 км, конструктивно выполнен в виде велодорожки, по форме ленточный. Веломаршрут обладает следующими характеристиками: коэффициент непрямолинейности (степень извилистости) равен 1,38, максимальный продольный уклон – 30 ‰. Число пересечений с улицами без светофорного регулирования – 8шт.

Четвертый этап. Предлагаемая велодорожка имеет 2 полосы движения (по 1-ой в каждую сторону), шириной 2 м, с расчетной скоростью движения 15 км/ч. Велодорожка должна быть обозначена знаком 4.4.1, пересечения с ней должны быть обозначены знаком 1.24 и разметкой 1.15.

Пятый этап. По методике оценивания «Cycling Level of Service» [2] данный маршрут будет относиться к «среднекачественным». Более точная и полная оценка его применения возможна после его внедрения.

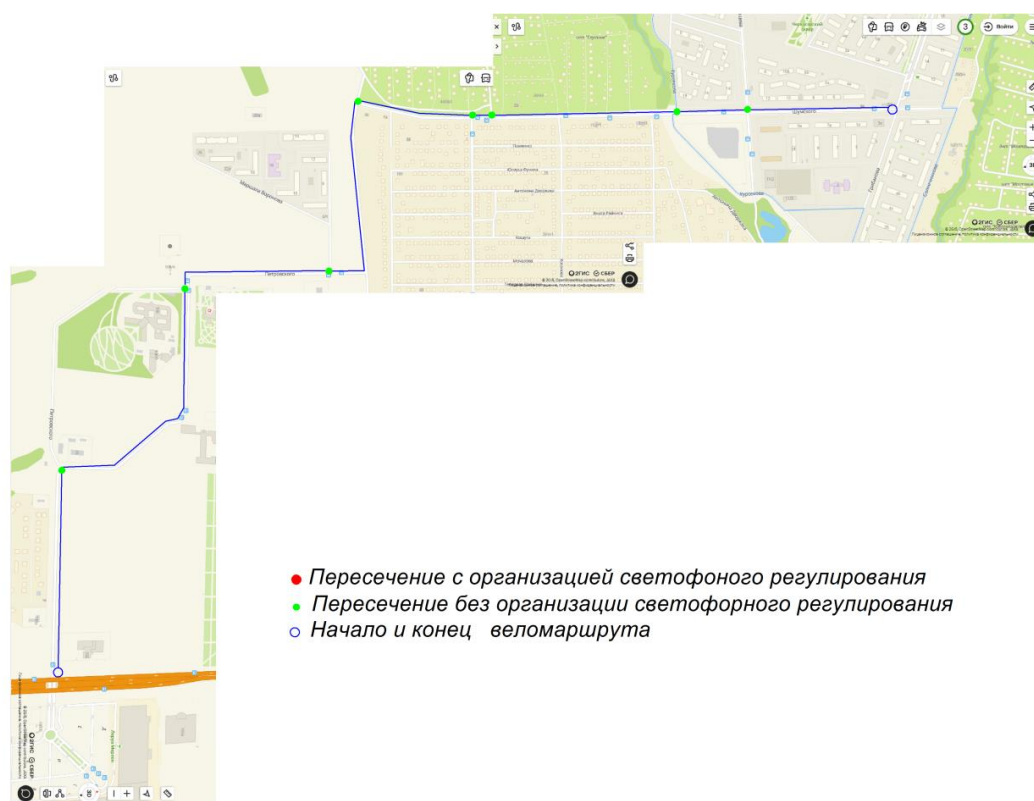


Рис. 1. Предлагаемый веломаршрут «Микрорайон Родниковая долина – ТРК Акварель»

Развитие велосипедного движения в Российской Федерации и, в частности, в г. Волгограде носит спонтанный характер и идет медленными темпами, что требует разработок новых подходов и методик для развития сети веломаршрутов.

Библиографический список:

1. О Правилах дорожного движения» (вместе с "Основными положениями по допуску транспортных средств к эксплуатации и обязанности должностных лиц по обеспечению безопасности...): утверждены Постановлением Совета Министра – Правительства РФ от 23 октября 1993 г. N 1090.// Информационно-правовой справочник КонсультантПлюс :– URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_2709/824c911000b3626674abf3ad6e38a6f04b8a7428/ (дата обращения 15.02.2022).
2. The London Cycling Design Standards (LCDS) // Published by Transport for London. – 2014. – 64 P.

Ashurov R.A., Silchenkova Y. A., Panteleva A.A. Methodology for creating a cycle route using volgograd as an example

УДК 621.43.057

ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ АЛЬТЕРНАТИВНЫХ ТОПЛИВ ДЛЯ ДВИГАТЕЛЕЙ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ

Бычков К.В. (гр. ТЭРА-2н)

Научный руководитель – канд. техн. наук, доцент Захаров Е.А.

Волгоградский государственный технический университет

В настоящее время для улучшения экологических показателей транспортных средств реализуются масштабные программы по конвертации транспортных средств с двигателями внутреннего сгорания (ДВС) на сжатый природный газ (СПГ). Однако газовый двигатель, несмотря на достаточно низкий уровень токсичности отработавших газов, еще имеет резервы для дальнейшего снижения токсичности. Таковым является добавка к природному газу водорода, что позволяет не только существенно сократить выбросы токсичных компонентов отработавших газов, но и улучшить процесс сгорания.

Currently, to improve the environmental performance of vehicles, large-scale programs are being implemented to convert vehicles with an internal combustion engine to compressed natural gas (CNG). However, the gas engine, despite the rather low level of toxicity of exhaust gases, has reserves for further reduction of toxicity. Such is the addition of hydrogen to natural gas, which allows not only to significantly reduce emissions of toxic components of exhaust gases, but also to improve the combustion process.

В настоящее время по всему миру эксплуатируется более 1 млрд транспортных средств с двигателями внутреннего сгорания (ДВС) и их количество постоянно возрастает. Человечество столкнулось с глобальными топливно-экологическими проблемами: истощаются природные ресурсы (прежде всего нефть), усиливается парниковый эффект. Поэтому уменьшение потребления нефтяных топлив путем замещения их альтернативными энергоносителями является актуальной задачей. Кроме того, экологические требования развитых стран с каждым годом ужесточаются. Обязательства правительств разных стран по уменьшению суммарных выбросов требуют найти способы решения этого. По мере перехода к новым ужесточенным нормам в сфере экологии экономика и рынки развитых государств могут быть постепенно закрыты для стран или отдельных компаний, не придерживающихся установленных требований.

Согласно прогнозным расчетам, дефицит топлив нефтяного происхождения на рынке производства моторных топлив, вследствие роста автомобильного парка РФ, стал ощутим уже в 2020 году (4,0 - 5,5 млн. тонн) и может возрасти к 2025 году до 10 млн. тонн [1].

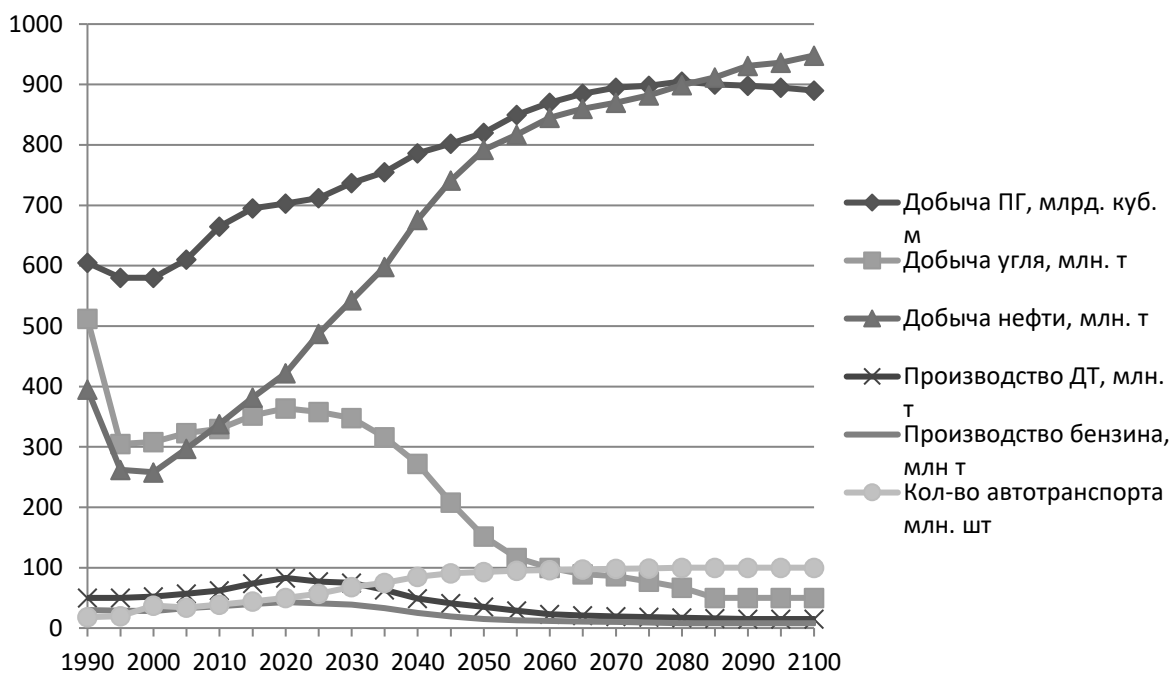


Рис. 1. Прогноз добычи ископаемых природных ресурсов, производства нефтяных моторных топлив и роста автомобильного парка РФ

В связи с вышеизложенными фактами, переход на альтернативные виды топлива является неотъемлемой задачей мировых автопроизводителей.

На основе проведения экспериментальных и аналитических исследований по тенденциям использования альтернативных видов топлива проанализирована возможность применения различных альтернативных топлив (природного газа, спиртов, диметилового эфира, водорода). При проведении аналитических исследований альтернативных топлив в качестве моторных, учитывались запасы ресурсов, технологии и объемы производства, наличие инфраструктуры и степень доводки силовых установок до практического применения. Прогноз применения альтернативных топлив показан на рисунке 2 [1].

В результате предварительной экспертной оценки применения альтернативных топлив для автомобилей и удовлетворение ими требований успешного продвижения на рынок данных топлив выявлено, что в наибольшей мере на ближайшую и далекую перспективу им удовлетворяет компримированный природный газ. На рис. 3 и 4 показан прогнозируемый (на 2050 г.) баланс расхода моторных топлив и требуемый баланс финансирования работ по обеспечению транспорта Российской Федерации моторными топливами, соответственно [2].

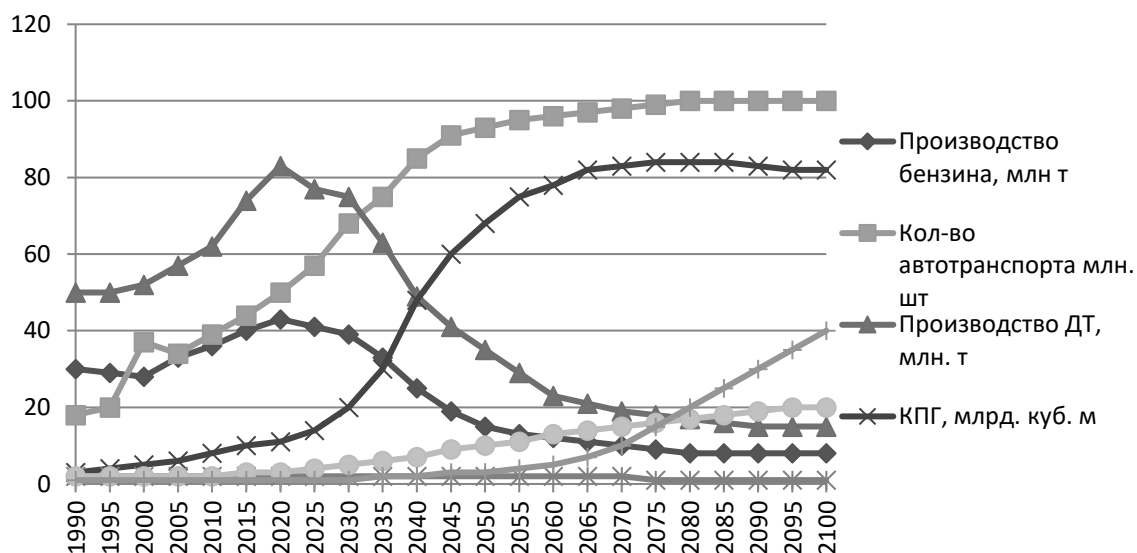


Рис. 2. Прогноз использования альтернативных топлив на транспорте Российской Федерации

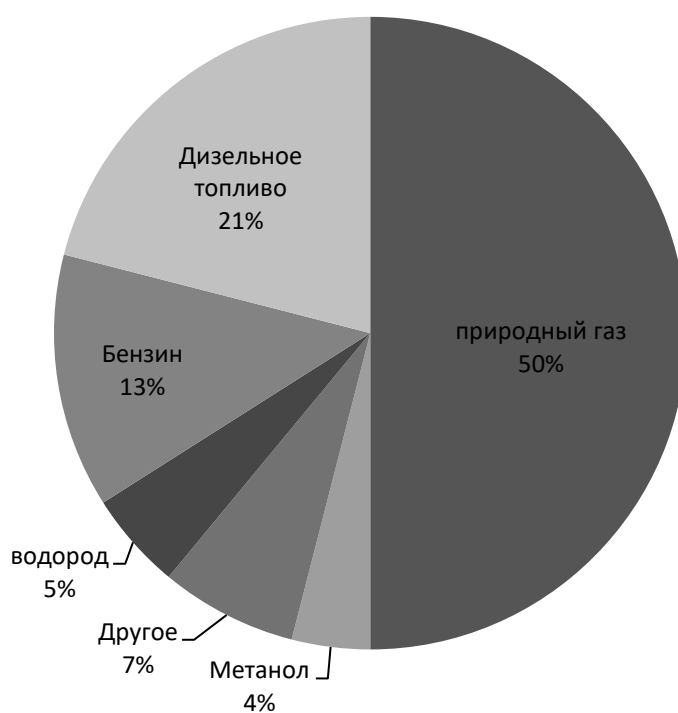


Рис. 3. Прогнозируемый баланс расхода моторных топлив на 2050 г.

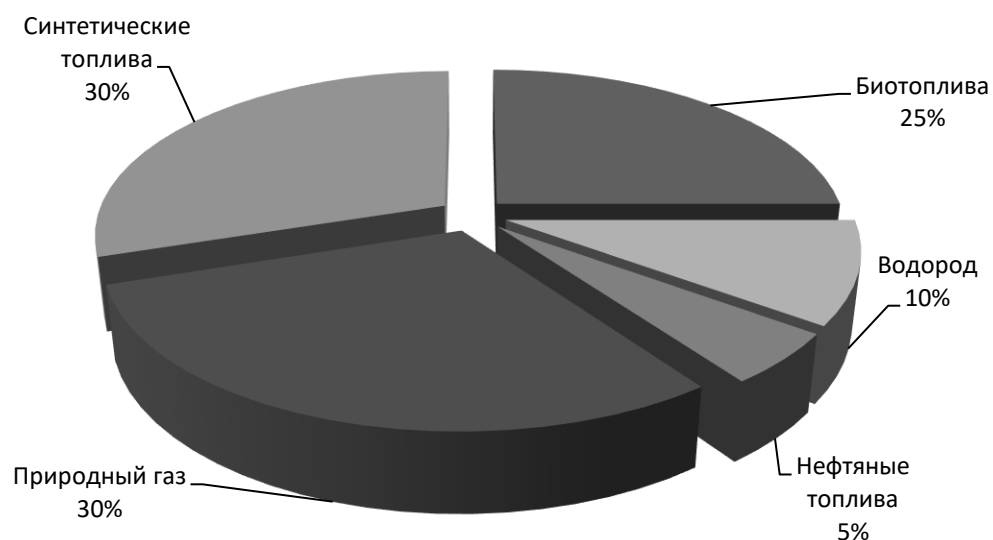


Рис. 4. Требуемый баланс финансирования работ по обеспечению транспорта Российской Федерации моторными топливами

Природный газ, основным компонентом которого является метан, выделяется среди альтернативных видов топлива своим богатым ресурсом, высокой производительностью, более низкими ценами и низкими выбросами парниковых газов [3]. Из-за низкого соотношения углерода/водорода и меньших выбросов загрязняющих веществ природный газ считается одним из наиболее перспективных альтернативных видов топлива для двигателей внутреннего сгорания. Однако он также имеет некоторые недостатки, такие как относительно низкая скорость распространения пламени [4], что ухудшает мощностные характеристики ДВС, снижает его КПД.

В качестве другого экологически чистого альтернативного топлива считают водород, который обладает высокой теплотой сгорания, а также высокой скоростью распространения пламени [5]. Однако, к числу нерешенных проблем использования водорода как топлива для ДВС относятся отсутствие относительно дешевых способов его получения, а также сложности хранения на борту транспортного средства. Поэтому в настоящее время представляется перспективным использование водорода не в чистом виде, а как добавка к основному топливу.

Добавление водорода в метан, даже в небольших количествах (3-5 % по массе) позволяет существенно улучшить процесс сгорания природного газа – увеличить скорость сгорания, снизить межцикловую нестабильность.

Это подтвердили эксперименты, проведенные в Волгоградском государственном техническом университете, в условиях камеры сгорания постоянного объема. Так, общая продолжительность процесса сгорания при добавке 5% водорода в метановоздушную смесь сокращается при $\alpha = 1$ на 15%; при $\alpha = 1,2$ на 28%; при $\alpha = 1,4$ на 42%.

Сокращение продолжительности сгорания позволит повысить КПД двигателя и снизить расход углеводородного топлива.

Библиографический список:

1. Кутенев В.Ф. Создание энергетических установок многоцелевого назначения, работающих на альтернативных топливах: Отчет о НИР по этапу 1. Государственный контракт от «12» июля 2005 г. № 02.447.11.5012. Номер государственной регистрации. № 01.20.05 08372 НАМИ; Москва, 2005. – 216 с.
2. Теренченко А.С. Проведение исследования эколого-экономической эффективности перевода части муниципального автобусного парка на компримированный природный газ и части грузового автомобильного парка на диметиловый эфир: Отчет о НИР. Москва, 2006. – 112 с.
3. Q. Tang, J. Fu, J. Liu, F. Zhou, Z. Yuan, Z. Xu Performance improvement of liquefied natural gas (LNG) engine through intake air supply. *Appl Therm Eng*, 103 (2016), pp. 1351-1361.
4. J. Li, B. Wu, G. Mao Research on the performance and emission characteristics of the LNG diesel marine engine *J Nat Gas Sci Eng*, 27 (2015), pp. 945-954.
5. A. Garcia-Agreda, V. Di Sarli, A. Di Benedetto Bifurcation analysis of the effect of hydrogen addition on the dynamic behavior of lean premixed pre-vaporized ethanol combustion *Int J Hydrogen Energy*, 37 (8) (2012), pp. 6922-6932.
6. A. Züttel, A. Borgschulte, L. Schlapbach (Eds.), *Hydrogen as a future energy carrier*, 9783527308170, WILEY-VCH Verlag, Weinheim (2008) Websites.

Bychkov A.V. Prospects for the use of alternative fuels for internal combustion engines

УДК 625.712

ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ДОРОЖНОГО ДВИЖЕНИЯ В ГОРОДАХ

Емельянова К.А. (гр. АТ-2н)

Научный руководитель – ст. преподаватель Емельянова О.Е.

Волгоградский государственный технический университет

В статье рассматриваются вопросы, связанные с обеспечением дорожной безопасности в городах. Сформулированы основные направления при проектировании городских дорог для организации безопасного движения, позволяющие снизить количество дорожно-транспортных происшествий и улучшить качество жизни жителей города.

The article deals with issues related to ensuring road safety in cities. The main directions in the design of urban roads for the organization of safe traffic are formulated, allowing to reduce the number of road accidents and improve the quality of life of city residents.

В последние годы организации и обеспечению безопасности движения на дорогах нашей страны стало уделяться большое внимание. В Федеральном законе от 10.12.1995 № 196-ФЗ (ред. от 26.04.2013) «О безопасности дорожного движения» в качестве задач по обеспечению дорожной безопасности обозначены: охрана жизни, здоровья и имущества граждан, защита их прав и законных интересов, а также защита интересов общества и государства путем предупреждения ДТП и снижения тяжести их последствий [1].

На сегодняшний день разработано внушительное количество мероприятий, направленных на обеспечение безопасности на дорогах:

- проектирование дорог согласно утвержденным нормам;
- регулярное совершенствование организационной основы дорожного движения и внесение необходимых изменений в действующие Правила дорожного движения;
- постоянный контроль технического состояния транспортных средств и проведение своевременных мероприятий по техническому обслуживанию автомобилей;
- анализ конструкций дороги для устранения выявленных недостатков и обеспечение соответствующего уровня безопасности дорожного покрытия при ремонте дорог;
- обеспечение строгого контроля за соблюдением правил всеми участниками дорожного движения;
- техническое обеспечение исправности и работоспособности оборудования, необходимого для организации безопасного дорожного движения (светофоры, камеры видеонаблюдения, дорожные знаки и т. д.);
- разработка «умных» систем управления организации дорожного движения [2, 3, 5, 6].

Основным документом, регламентирующим все процессы, происходящие на дороге, являются Правила дорожного движения. Но их соблюдение гарантирует безопасность участников только на 90 %. Остальные 10 % ДТП могут возникнуть из-за внезапного расстройства здоровья участников движения, возникновения опасных природных явлений и стихийных бедствий.

Вопросом, как сделать дороги безопасными, задается не только правительство, но и сами водители и пешеходы. Способов уменьшить число аварийных ситуаций на дорогах существует более чем достаточно. Трудность в том, что многие из них требуют огромных финансовых средств и большого количества времени [3, 4]. Ситуацию можно улучшить, применив основные направления проектирования для повышения безопасности на городских дорогах.

1. Сокращение ширины полос

Российские нормативы строительства автодорог предусматривают ширину полос 3,5 и 3,75 м. Такие параметры оставляют водителям пространство для маневрирования внутри полосы и формируют обманчивое чувство безопасности. В результате водители увеличивают скорость движения, но у них снижается временной отрезок на выполнение маневров, связанный с изменением дорожной ситуации. Если сократить ширину полос движения, то при быстрой езде водители потеряют чувство комфорта и на подсознательном уровне будут снижать скорость.

Уменьшение ширины полос на дороге дает возможность использовать свободное пространство наиболее оптимально. Например, разделить места для общественного транспорта, пешеходных прогулок и велосипедистов, добавить зеленые насаждения, увеличить площадь тротуаров и освободить парковочные места.

2. Применение неровных поверхностей

Не только лежачий полицейский способен уменьшить скорость движения транспортных средств. Можно использовать более эффективный способ – повышение уровня полос движения до пешеходных зон. Улицы в жилых кварталах или в исторических зонах не должны выделяться, то есть проезжая и пешеходная части должны располагаться на одинаковом уровне. В таком случае водитель авто понимает, что он находится на «чужой» территории, а значит должен вести себя гораздо внимательнее.

3. Смена дорожного покрытия

В Европе предпочитают выкладывать проезжую часть рядом с домами кирпичом. Тогда автомобилисты на этой территории подсознательно снижают скорость [2].

Не всегда можно замостить все необходимые участки, т.к. это очень дорого. При ограниченных возможностях камнем или брусчаткой выкладываются пешеходные зоны. Применяется смешанный тип, когда часть дороги для пересечения людей будет выложена плиткой, а участки перед ней – рельефным материалом. Таким образом, у водителя сработает инстинкт торможения.

4. Организация пешеходных переходов

Перед местом пересечения дороги с пешеходным переходом ее необходимо сузить, чтобы автомобили уменьшали скорость. Также не стоит размещать парковочные места, которые снижают видимость водителей при движении. Главная задача перехода – показать на нем человека. Не имеет смысла размещать десятки дорожных знаков или разноцветную зебру, чтобы обратить внимание на полосы. Именно люди должны быть основным объектом – для этого понадобится достаточный обзор и специальные выступы.

5. Организация островков безопасности

Регулирование наземных пешеходных переходов выполняется с помощью защитного элемента – островка безопасности. Они необходимы для разделения длинного пути на две части. В таком случае человек сосредоточит внимание исключительно на одном направлении транспорта. Ему не нужно прогнозировать, как может резко измениться безопасность на дороге. Благодаря островкам радиус поворота на перекрестках становится меньше, снижается скорость движения транспортных средств, поскольку происходит смещение полосы.

6. Организация последовательных поворотов

Сама планировка дороги должна контролировать скорость машин. Поэтому еще на этапе разработки улиц определяется наличие специальных элементов – шиканов (применяются в автогонках). Эти частые искривления на дорогах (представляют собой S) в жилых зонах помогают предотвратить желание водителей к быстрой необдуманной езде.

Непредвиденные ситуации с участием пешеходов часто возникают на небольших улицах или в проездах между дворами. Машина не всегда

успевают затормозить при неожиданном появлении человека. Выступы вдоль шиканов оформляются недорогими элементами уличного дизайна — столбиками, зелеными насаждениями, временными бордюрами.

7. Повышение уровня образованности граждан

Каждый социальный проект, который вносит нововведения в устройство города, должен сопровождаться информацией. Для этого можно использовать различные методы: консультации, тренинги, семинары, опросы и анкетирование. Размещают рекламу, проводят выступления представителей городского управления. Цель всей действий — объяснить смысл вносимых изменений, их процесс и цель.

8. Совершенствование схемы строительства магистралей

В России владельцы автомобилей часто попадают в ситуации, когда нет четкой навигации на магистрали или съезды с главной дороги организованы неправильно. Оптимальные угол и ширина съездов при проектировании дорог и съездов должны быть учтены на начальном этапе проектирования. Тогда автомобили будут проезжать быстро без образования пробок.

9. Совершенствование схемы разметки и расположения знаков дорожного движения

Автомобилисты хотя бы раз попадали в ситуацию, когда знак и разметка не соответствуют. В результате несогласованных действий автомобилисты и пешеходы оказываются в опасной ситуации, которая может привести к серьезным дорожно-транспортным происшествиям.

10. Обязательное нанесение разметок в течение всего года

Данный метод - дорогостоящий и нерациональный. Но нельзя экономить на безопасности на дорогах, поскольку от этого зависит комфорт передвижения транспорта, а также жизни жителей города. Качественная разметка должна светиться. В нее монтируют катафоты, помогающие автомобилистам при движении в темное время суток.

11. Использование шумовых полос

Они представлены в виде особых линий, расположенных поперечно. Их часто можно увидеть на магистралях и дорогах за чертой города. Благодаря небольшому возвышению и специальной технологии расположения, шумовые полосы при наезде воспроизводят шум и небольшую вибрацию. Таким образом, сонный водитель может быстро взбодриться. Качественная разметка также светится. В нее монтируют катафоты, помогающие автомобилистам при движении в темное время суток.

12. Обновление единого образца качества и стандартов автомобильных дорог

Стандарты качества автомобильных дорог были приняты еще во время Советского Союза. Проблема также находится также и в регулировании контроля ремонтных работ. Процессы и нормативные акты сегодня не актуальны и требуют коренных изменений.

Для осуществления контроля за соблюдением правил дорожного движения создан специальный орган – Департамент обеспечения

безопасности дорожного движения. Но одного участия государственных структур в решении данной проблемы недостаточно. Каждый должен помнить, что обеспечить личную безопасность и безопасность других людей на дорогах можем только мы сами.

Библиографический список:

1. Федеральный закон от 10.12.1995 № 196-ФЗ (ред. от 26.04.2013) «О безопасности дорожного движения».
2. Ганзин, С.В. Дорожные условия и безопасность движения: учеб. пособие /С. В. Ганзин, А. В. Шустов, Ю. Я. Комаров ;.ВолгГТУ. – Волгоград: ВолгГТУ, 2015. – 95 с.
3. Интернет-ресурс: Принципы и инструменты для повышения безопасности дорожного движения на дорогах общего пользования. Международный опыт. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://bddlenobl.ru/comission.htm>. (Дата обращения: 30.04.2022).
4. Емельянова, К.А. Повышение безопасности дорожного движения в транспортной системе крупнейших городов / К.А. Емельянова // Молодежь и научно-технический прогресс в дорожной отрасли юга России = Youth and scientific-and-technical progress in the roadfield of the south of Russia : материалы XV Междунар. науч.-техн. конф. студентов, аспирантов и молодых ученых (г. Волгоград, 19-21 мая 2021 г.) / ВолгГТУ ; редкол. С. В. Алексиков [и др.]. - Волгоград, 2021. - С. 196-200.
5. Лисеенко, В.И. Обеспечение безопасности дорожного движения как социотехническая система + цитирование в // Правопорядок: история, теория, практика. 2015. №3 (6) – 17-23 с
6. Пугачёв, И.Н. Организация и безопасность дорожного движения: учебное пособие для студ. высш. учеб. заведений / И.Н. Пугачёв, А.Э. Горев, Е.М. Олещенко. – М.: Издательский центр «Академия», 2009. – 272 с.

Emelyanova K.A. The main directions of ensuring road safety in cities

УДК 625.7/.8:656.015

ЭЛЕМЕНТЫ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ ТРАНСПОРТНОЙ СИСТЕМЫ В СТРУКТУРЕ ГОРОДА

Емельянова К.А. (гр. АТ-2н)

Научный руководитель – ст. преподаватель Емельянова О.Е.

Волгоградский государственный технический университет

В статье рассматриваются вопросы, связанные с применением интеллектуальной транспортной системы для обеспечения дорожной безопасности в городе. Рассмотрены основные элементы, необходимые для управления транспортными системами с интеллектом, для эффективной работы перекрёстков, дорог и автомагистралей.

The article discusses issues related to the use of an intelligent transport system to ensure road safety in the city. The main elements necessary for the management of transport systems with intelligence, for the effective operation of intersections, roads and highways are considered.

С увеличением количества транспортных средств в мегаполисах остро встает проблема средней скорости движения и загруженности дорог. Многие города мира не первый год стоят в пробках. Не всегда есть

возможность построить новую дорогу или расширить уже существующую магистраль, поэтому решать проблему загруженных дорог необходимо с помощью современных технологий. Применение интеллектуальных транспортных систем призвано помочь в этом вопросе за счет эффективного управления светофорными объектами, средствами регулирования и мониторинга дорожного трафика, системами информирования участников движения о ситуации на дорогах [1,2,3].

Интеллектуальная транспортная система (ИТС) представляет собой совокупность технических комплексов и подсистем по обеспечению и контролю безопасности дорожного движения. Система выполняет функцию предоставления необходимой информации для владельцев транспортных средств и других участников дорожно-транспортного процесса [1].

Особенность новейших ИТС заключается в том, что они меняют статус транспортных средств и других участников движения, которые из категории независимых, непрогнозируемых и самостоятельных переходят в разряд прогнозируемых и предсказуемых субъектов информационно-транспортного пространства. Интеллектуальная транспортная система города должна обеспечивать эффективное взаимодействие всех участников дорожного движения в автоматизированном режиме в реальном времени на принципах адаптивности [2].

Япония в 1973 году была одной из первых стран мира, приступивших к разработке ИТС. В 2003 году внедрена «Стратегия развития ИТС в Японии» с тремя декларируемыми целями. Страна представлена как: зона нулевых потерь на трассах; территория с нулевыми незапланированными задержками на дорогах; место с комфортными транспортными условиями (с нулевыми неудобствами).

В Сингапуре детекторы движения установлены по дороге на расстоянии 500 метров, а видеокamеры – на каждом километре трассы. Светофоры и автобусы оснащены системами видеонаблюдения, автомобили такси – транспондерами. Информация с устройств поступает в единый центр управления дорожным движением. Пешеходы могут переключать сигналы светофора с помощью кнопки, а пожилые люди и инвалиды имеют право переходить дорогу по «зебре» со своими смарт-картами.

В Корее, в городах Сеул и Пусан, терминалы автобусной информации связаны с транспортными средствами через центр управления. Он отправляет данные на остановки, поэтому пассажиры знают, какой маршрут задерживается, на сколько и по какой причине [4].

В России Москва первой внедрила ИТС. По данным отчета Департамента транспорта правительства Москвы за 2019 год, в городе работает 40 тыс. светофоров, подключенных к интеллектуальной транспортной системе, более 2 тыс. фото-, видеокamер, более 2,7 тыс. телекамер. К ИТС подключены 27 бригад ДПС и ситуационного центра ЦОД, работающих круглосуточно. Парковочные места также является

частью ИТС. В столице количество платных парковочных мест приближается к 100 тысячам [2].

Благодаря введению «Умной системы» управления интеллектуальной транспортной системы Москва смогла почти в 2 раза снизить смертность на дорогах с 2010 года (с 6,6 человек до 3,5 человек на 100 тысяч населения). Количество ежедневных поездок легковых автомобилей сократилось на треть, доля пассажирского транспорта в будни – на 21 %. Время в пути утром с окраин до центра города сократилось на пятую часть. Средняя скорость транспорта в час пик выросла на 16 % [2].

Дорожно-транспортные ИТС включают широкий перечень функциональных устройств, обеспечивающих сбор информационных данных, управление потоками транспорта и предоставление необходимой информации субъектам дорожного движения (Рис. 1.).



Рис. 1. Элементы интеллектуальной транспортной системы

Для того чтобы кардинально изменить ситуацию с безопасностью на российских дорогах, необходимо обеспечить оснащение интеллектуальных транспортных систем в нашей стране современным оборудованием.

1. Дорожные камеры видеонаблюдения.

Камеры, установленные на автомагистралях – это «глаза» современных ИТС. Устройства обеспечивают эффективное наблюдение за транспортным потоком, могут выделять и трассировать объекты в движении с распознаванием номерных знаков.

2. «Умные светофоры».

К «Умным устройствам» регулировки дорожного движения с помощью цветосветовых сигналов относят оборудование с управляющим ПО, которое позволяет принимать самостоятельные решения на основе полученных с других приборов данных о транспортном потоке.

3. Детекторы трафика.

Детекторы трафика обеспечивают фиксацию проезда или нахождения автомобиля в определенной зоне. Затем они формируют специальный сигнал, усиливают его, обрабатывают и генерируют в том виде, который необходим для регистрации.

4. Электронные устройства оплаты проезда.

Процедура оплаты проезда отдельных участков дороги может приводить к образованию пробок. Чтобы уменьшить такие заторы, используются

электронные средства оплаты проезда, или транспондеры. Такое оборудование дает возможность автовладельцам проезжать пункты пропуска без остановки. Специальные приемно-передающие устройства с уникальным лицевым счетом и идентификационным номером монтируются на лобовом стекле машины. Для совершения транзакции автомобиль должен снизить скорость движения до 30 км/ч, и оплата произойдет автоматически.

5. Информационные табло.

Мониторы являются основным оборудованием, предоставляющим автомобилистам сведения о ситуации на автомагистралях. На информационное табло могут выводиться сведения по: загруженности участков автодороги; ДТП в определенном направлении; численности общественного транспорта; состоянию автомагистралей.

6. Паркоматы.

В вопросах организации безопасного дорожного движения в городе важное место занимает обустройство парковок. Для этого устанавливают паркоматы, обеспечивающие автоматизацию оплаты за стоянку автомобилей.

7. Автоматизация освещения дорог.

Для автоматизации освещения городских улиц используются специальные системы интеллектуального управления, которые могут на основании данных о погоде, дорожном трафике, времени суток и других факторов принимать решение о включении/выключении осветительных приборов.

8. Оборудование автоматической фиксации нарушений ПДД.

Оборудование не только обеспечивает фиксацию, но и предотвращает нарушение правил дорожного движения.

Средства фиксации могут запечатлеть любое несоблюдение ПДД и обеспечить неотвратимость наказания за создание аварийной ситуации, поэтому после их установки водители становятся аккуратнее и ответственнее.

Внедрение интеллектуальных транспортных систем в городских условиях требует: поиска информации, анализа трафика, моделирования, прогнозирования движения, перевода данных с одной точки в другую, управления дорожным движением.

Все элементы необходимы для управления транспортными системами с интеллектом, для эффективной работы перекрестков, дорог и автомагистралей за счет:

- улучшения движения общественного и частного транспорта;
- моментального реагирования на дорожную ситуацию;
- обеспечения безопасности движения;
- предотвращения каких-либо нарушений.

Система должна обеспечивать фиксацию скорости потока, количество транспорта, погодных условий, состояния дороги. Если произойдет ДТП,

система предупредит о трудностях на трассе и проинформирует о доступном варианте объезда. Сигналы всех располагающихся рядом светофоров должны синхронизироваться в соответствии с загруженностью ближайших перекрёстков. Такая система позволит контролировать загруженность потоков, формировать новые оптимальные и исключать непопулярные маршруты.

Важнейшим элементом ИТС выступает объединение дорожной, транспортной, технологической, сервисной и информационной инфраструктур в единый комплекс. Он состоит из ряда подсистем, способных обеспечить диспетчерское сопровождение и оперативную координацию действий ведомств, служб и различных субъектов, вовлеченных в процесс организации и обеспечения дорожного движения. Чтобы взаимодействие подсистем ИТС было эффективно, формируют территориальные диспетчерские центры. Единый контролирующий орган, который будет собирать информацию и осуществлять планирование ремонта, развития дорожно-транспортной инфраструктуры, мониторить показатели эффективности диспетчерских центров, создается на федеральном уровне [2, 5].

Получать данные от транспортных систем возможно при помощи функции видеоаналитики. IP-камера способна классифицировать такие объекты, как легковые автомобили, грузовики, велосипеды/мотоциклы и пешеходы, а также определять скорость и траекторию их движения. Классификация объектов позволяет камерам распознавать увиденное для сбора данных (Рис. 2.).

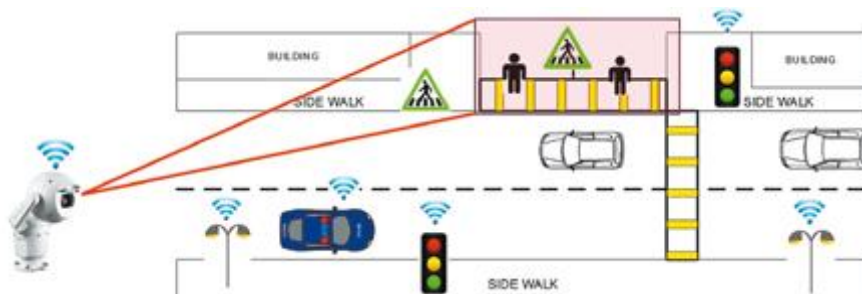


Рис. 2. Получение данных от транспортных систем

Используя видеозапись, наряду с инструментами программного обеспечения для подключения к метаданным, генерируемым камерой, возможно извлекать данные и сохранять их в реляционных базах данных. Это позволяет руководителям по планированию городской системы дорожного движения и ведущим инженерам по дорожному строительству осуществлять непрерывный сбор данных в реальном времени для анализа схем потоков в сетях автодорог. Сгенерированные камерой данные могут использоваться для реализации новых политик, обеспечивающих более безопасное и эффективное функционирование перекрестков. Эти данные также могут помочь определить, как пешеходы используют ту или иную локацию, что обеспечит понимание того, как можно улучшить систему безопасности на дорогах [4, 5].

Применение технологий интеллектуальных транспортных систем в будущем позволит: отслеживать стиль вождения и фиксировать опасные тенденции, выявлять неисправности автомобиля, предупреждать об опасных участках дороги, фиксировать и оперативно реагировать на факты нарушения ПДД, а также предполагает их интеграцию с дорожно-транспортными службами. А, главное, позволит сделать жизнь городского жителя более комфортной, удобной и безопасной.

Библиографический список:

1. Душкин, Р. В. Интеллектуальные транспортные системы / Р. В. Душкин. - Москва : ДМК Пресс, 2020. - 280 с. - ISBN 978-5-97060-887-6. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1225386> (дата обращения: 05.05.2022).

2. Евстигнеев, И. А. Интеллектуальные транспортные системы на автомобильных дорогах федерального значения России / И.А. Евстигнеев. – М.: Издательство «Перо», 2015 – 132 с.

3. Емельянова, К.А. Повышение безопасности дорожного движения в транспортной системе крупнейших городов / К.А. Емельянова // Молодежь и научно-технический прогресс в дорожной отрасли юга России = Youth and scientific-and-technical progress in the roadfield of the south of Russia : материалы XV Междунар. науч.-техн. конф. студентов, аспирантов и молодых ученых (г. Волгоград, 19-21 мая 2021 г.) / ВолГТУ ; редкол. С. В. Алексиков [и др.]. - Волгоград, 2021. - С. 196-200.

4. Интернет-ресурс: Интеллектуальная транспортная система: «умный» город в движении. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://rostec.ru/news/intellektualnaya-transportnaya-sistema-umnyy-gorod-v-dvizhenii/> (Дата обращения: 05.05.2022).

5. Интернет-ресурс: Интеллектуальные транспортные системы: влияние на безопасность и роль в «Умном городе» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://trasscom.ru/blog/intellektualnye-transportnye-sistemy/> (Дата обращения: 05.05.2022).

Emelyanova K.A. Elements of an intelligent transport system in the structure of the city

УДК 625.717.2

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ШИРИНЫ ПОКРЫТИЯ ВЗЛЁТНО ПОСАДОЧНОЙ ПОЛОСЫ АЭРОДРОМА НА ОСНОВЕ ТЕОРИИ РИСКА

Жамаль-Эддин Аллам Макрам, аспирант

Научный руководитель – д-р техн. наук, профессор Столяров В.В.

*Саратовский Государственный Технический Университет имени
Гагарина Ю.А.*

Данная статья посвящена методике определения требуемой ширины покрытия взлетно-посадочных полос на основе математических моделей оценки риска выхода внешних колёс самолёта за покрытия взлетно-посадочных полос. Кроме того, в статье представлены подробности расчета одного из наиболее часто используемых самолетов Российскими авиалиниями.

This article presents a methodology to determine the required runway width based on mathematical modeling of the risk of aircraft veering off the runway edge. In addition, an application of the methodology is presented through detailed calculation of the required runway width of the most frequently used aircraft by the Russian Airlines.

Введение

По последним статистическим данным Международной Организации Гражданской Авиации (ИКАО), Глобальный показатель авиационных происшествий, составляет 2,9 происшествия на миллион вылетов. Относительное процентное соотношение по типам авиационных происшествий, большинство событий происходит во время посадки самолета [2-стр. 5]. Программа Совместных Исследований Аэропортов (ACRAP) идентифицирует 5 ступеней вероятности возникновения авиационных происшествий на основе количественных критериев: часто возникающий, вероятный, небольшой, чрезвычайно маленький и крайне маловероятный инцидент. При этом средний допустимый риск для категории риска, идентифицируемого как "небольшой" находится в пределах $1,10^{-6}$ [3- стр.145]. По статистике крушений самолётов в США допустимый риск не может быть выше значения $1,10^{-6}$, так как фактический риск, по данным американцев, уже близок или равен этому значению. Следовательно, значение риска $1,10^{-6}$ (одно происшествие на миллион) может претендовать на обоснование его в качестве допустимого.

1. Математические модели оценок риска

Математическое моделирование оценок риска подразделяются на общее решение и частные решения. Общее решение можно использовать в любых отраслях деятельности человека и в любых системах, содержащих риск возникновения нежелательного события. Надо только адаптировать входные переменные своей конкретной задачи под общий математический аппарат, который изменяется в зависимости от применяемого закона распределения (по которому распределены входные параметры вашей переменной) и от того, какое соотношение между средней величиной вашего параметра и его критическим значением ($A_{CP} \gg A_{KP}$ или $A_{CP} \ll A_{KP}$) будет соответствовать набору требований. Частные решения представляют собой математические модели оценок риска, применяемые к отдельным опасным ситуациям и конкретным задачам, например к оценке и уменьшению риска столкновения автомобилей по условию их разъезда на двухполосной дороге.

Универсальная (общая) математическая модель представляет собой общее решение оценок риска и применяется в любых опасных ситуациях и в любых конкретных задачах, например, применяя общее решение к оценке риска, перечисленного выше, получают конечные результаты расчёта такие же, как и по частным математическим моделям.

Математическое моделирование. Частная математическая модель

Во время взлета и посадки самолет движется в пределах динамической ширины, называемой коридор рыскания. В математической модели динамической ширины самолета, при анализе опасности риска схода колёс самолёта с края ВПП, должны быть учтены следующие параметры: расстояние между наружными гранями внешних колёс самолёта (d), скорость при посадке самолёта (V) и длина самолёта (D). Очевидно, что

критическая ширина взлётно-посадочной полосы, на которой риск схода колёс с покрытия ВПП на краевые полосы, расположенные с обеих сторон покрытия, будет равен 50%-му риску если ширину ВПП принять по габаритным параметрам самолёта и исходя из условий посадки.

Рассмотрим сначала критическую ширину покрытия, на которой риск разбега исходных типов автомобилей с расчётными скоростями V_1 и V_2 равен 50%. Критическую ширину покрытия можно найти по формуле:

$$B_{KP} = \frac{D_1 \cdot V_1}{720} + \frac{a_1 + c_1}{2} + \frac{D_2 \cdot V_2}{720} + \frac{a_2 + c_2}{2} \quad [1- \text{стр.156}].$$

где a_1 и a_2 – ширина первого и второго транспортных средств;
 c_1 и c_2 – колея первого и второго транспортных средств;
 D_1 и D_2 – ширина первого и второго транспортных средств;
 V_1 и V_2 – скорости первого и второго транспортных средств.

Учитывая, что транспортное средство одно (самолет при посадке) и расстояние между наружными гранями внешних колёс самолёта равно колее, риск выхода колёс самолёта с ВПП на краевую полосу во время посадки самолёта определяется по формуле:

$$B_{KP(1)} = \frac{D \cdot V}{720} + \frac{S+S}{2} = \frac{D \cdot V}{720} + S \quad (1)$$

где $B_{KP(1)}$ – критическая ширина ВПП, при которой риск схода колёс с покрытия данной полосы равен 50% ($r = 0,5$);

D – длина самолёта, м;

V – скорость приземления самолёта в момент касания внешних колёс покрытия ВПП, км/ч;

S – расстояние между наружными гранями внешних колёс самолёта, м.

Определять риск возникновения интервала между математическими ожиданиями расчетного (фактического) параметра и параметра, соответствующего 50%-му риску можно по формуле: [1- стр.18].

$$r = 0,5 - \Phi \left[\frac{A_{CP} - A_{KP}}{\sqrt{\sigma_{A_{CP}}^2 + \sigma_{A_{KP}}^2}} \right] \quad (2)$$

где $\sqrt{\sigma_{A_{CP}}^2 + \sigma_{A_{KP}}^2}$ – среднеквадратическое отклонение суммарного распределения двух нормально распределенных величин.

Таким образом, риск выхода колёс самолёта с ВПП на краевую полосу во время посадки самолёта определяется по формуле

$$r = 0,5 - \Phi \left[\frac{B_{ПР} - B_{KP}}{\sqrt{\sigma_{B_{ПР}}^2 + \sigma_{B_{KP}}^2}} \right], \quad (3)$$

где $B_{ПР}$ – проектная (нормированная) ширина ВПП, м;

B_{KP} – критическая ширина ВПП, при которой риск схода колеса (колёс) самолёта с ВПП равен 50%;

$\sigma_{B_{ПР}}$ – допустимое среднеквадратическое отклонение проектируемой или нормированной ширины покрытия ВПП при её строительстве; или фактическое среднеквадратическое отклонение ширины построенной или

существующей ВПП, которое часто не соответствует допустимому значению среднеквадратического отклонения ширины покрытия, м;

$\sigma_{B_{кр}}$ - среднеквадратическое отклонение критической ширины ВПП, м;

функция Лапласа $\Phi(u)$ (интеграл вероятности), определяемый по таблице нормированной функции Лапласа в зависимости от значения квантили (u) [1- стр.262].

$$\Phi(u) = \Phi \left[\frac{B_{ПР} - B_{КР}}{\sqrt{\sigma_{B_{ПР}}^2 + \sigma_{B_{КР}}^2}} \right], \quad u = \frac{B_{ПР} - B_{КР}}{\sqrt{\sigma_{B_{ПР}}^2 + \sigma_{B_{КР}}^2}}.$$

При проектировании, как и при разработке нормативных параметров, допустимое значение среднеквадратического отклонения ширины ВПП устанавливается по формуле: $\sigma_{B_{ПР}} = \sigma_{B_{доп}} = C_v^{B_{доп}} \cdot B_{ПР}$, (4)

где $B_{ПР}$ – проектная (нормированная) ширина взлётно-посадочной полосы, которая при строительстве должна реализовываться как среднее значение ВПП (учитывая, что отклонения неизбежны, но, главное, они должны быть в пределах допустимого).

$C_v^{B_{доп}}$ - допустимое значение коэффициента вариации ширины покрытия ВПП, принимаемое при строительстве в пределах 0.05% от проектного значения ширины: $C_v^{B_{доп}} = 0,035$.

При приёмке построенной взлётно-посадочной полосы в эксплуатацию и при обследовании существующей ВПП среднее значение ширины покрытия и среднеквадратическое отклонение ширины ВПП устанавливают методами математической статистики.

Рассматриваем среднеквадратическое отклонение критической ширины покрытия при разезде транспортных средств, в процессе проектирования автомобильных дорог определяемое по формуле [1- стр.154]:

$$\sigma_{B_{кр}} = \frac{\sqrt{(D_1 \cdot V_1)^2 + (D_2 \cdot V_2)^2}}{2160},$$

При $V_2=0$ формула принимает окончательный вид для определения среднеквадратического отклонения ширины взлётно-посадочной полосы:

$$\sigma_{B_{кр}} = \frac{D \cdot V}{2160}. \quad (5)$$

где D – длина самолёта, м; V – скорость приземления самолёта в момент касания внешних колёс летательного аппарата покрытия ВПП, км/ч.

Коэффициент вариации критической ширины покрытия в частной математической модели определяют по формуле:

$$C_v^{B_{кр}} = \frac{\sigma_{B_{кр}}}{B_{кр}}, \quad (6)$$

где $\sigma_{B_{кр}}$ - среднеквадратическое отклонение критической ширины покрытия, установленное по формуле (5);

$B_{кр}$ – критическая ширина покрытия, определяемая по формулам (1).

При нормировании допустимых отклонений ширины ВПП допуск на среднеквадратическое отклонение ($\sigma_{B_{ПП}}^{don}$) вычисляется по формуле [1, стр. 58]

$$\sigma_B^{don} = \Delta_{доп} \cdot \left(\frac{B}{d}\right)^2$$

где $\Delta_{доп}$ допустимое отклонение ширины покрытия относительно проектной ширины покрытия, (м). Значение этого параметра при строительстве автодороги $\Delta_{don} = 0,060 м$;

$B_{ПП}$ – проектная ширина покрытия, м;

d - нормированное (допустимое) расстояние между поперечниками (м), через которое измеренное отклонение при приёмке дороги в эксплуатацию ($\Delta_i = B_i - B_{ПП}$) не должно превышать допустимое отклонение ($\Delta_{don} = 0,060 м$) ширины покрытия. Для ширины покрытия ВПП характерно предельно допустимое отклонение от средней ширины покрытия, равное величине $\Delta_{don} = \pm 0,035 м$ Следовательно, допуск на среднеквадратическое отклонение ширины покрытия ВПП является:

$$\sigma_B^{don} = 0,035 \cdot \left(\frac{B}{d}\right)^2, (7)$$

Значение параметра d (м) определяется в зависимости от расчётной скорости движения по формуле [1, стр. 88]. $d=0,104V$,

где V - расчётная скорость на данной категории дороги, км/ч.

Это означает что значение параметра d (м) определяется в зависимости от расчётной скорости движения самолёта при посадке по зависимости: $d=0,104 \cdot V_p$,

где V_p максимально расчётная скорость при посадке (в момент касания внешними колёсами покрытия) на данной ВПП, км/ч.

Математическое моделирование. Общая математическая модель

Условие риску нулевого инцидента соответствует обращению функции Лапласа в число $\Phi(u) = 0,5$ и при квантили $(u) = 5$.

$$u = \frac{B_{don} - B_{KP}}{\sqrt{\sigma_{B_{don}}^2 + \sigma_{B_{KP}}^2}} = 5, \text{ отсюда } B_{KP} = B_{don} - 5\sqrt{\sigma_{B_{don}}^2 + \sigma_{B_{KP}}^2}$$

$$\text{из уравнения (6) } \sigma_{B_{KP}} = C_v^{B_{KP}} \cdot B_{KP}$$

Решая уравнение относительно B_{KP} получаем среднее значение и среднеквадратическое отклонение критических величин. Среднее значение и среднеквадратическое отклонение критических величин (в плотности нормального распределения) при том же условии: $A_{CP} \gg A_{KP}$ как и в частном решении в общей математической модели определяют по формулам:

$$- \text{ при } C_v^{B_{KP}} \neq 0,2; \quad B_{KP} = \frac{\sqrt{B_{don}^2 + [25 \cdot (C_v^{B_{KP}})^2 - 1](B_{don}^2 - 25 \cdot \sigma_{B_{don}}^2)} - B_{don}}{25 \cdot (C_v^{B_{KP}})^2 - 1}; (8)$$

$$\text{—при } C_v^{B_{кр}} = 0,2 ; B_{кр} = \frac{B_{дон}^2 - 25 \cdot \sigma_{B_{дон}}^2}{2 \cdot B_{дон}} ; \quad (9)$$

Уравнение (9) получено путем раскрытия неопределенности вида 0/0 для случая, когда в уравнении (8) $C_v^{A_{кр}} = 0,2$.

Коэффициент вариации $C_v^{B_{кр}}$ критической ширины покрытия в уравнении (8) принимают равным коэффициенту вариации $C_v^{B_{ср}}$ фактической ширины покрытия. Этим учитывают, что закон распределения критической переменной ($B^{кр}$) должен обладать эквивалентной однородностью с законом распределения фактической переменной ($B^{ср}$).

В этом случае, при данном решении, показатели $B_{ср}$ и $B_{кр}$, $\sigma_{B_{ср}}$ и $\sigma_{B_{кр}}$ будут принадлежать к одной совокупности (являются сопоставимыми).

Чтобы частная и общая математические модели давали сопоставимые результаты расчёта необходимо коэффициент вариации критической ширины покрытия, установленный по формуле (6) применить в общем решении. Только в этом случае исходные данные обеих моделей будут сопоставимыми. Если коэффициент вариации ширины покрытия не равен значению 0,2, то его значение подставляется в формулу (8) и находят по ней параметр $B_{кр}$. При $C_v^{B_{кр}} = 0,2$ расчёт параметра $B_{кр}$ выполняют по формуле (9).

Далее, риск выхода колёс самолёта с ВПП на краевую полосу во время посадки самолёта определяется по формуле (3) как указано выше.

При проектировании допустимое значение среднеквадратического отклонения ширины ВПП устанавливают по формуле (7) или по формуле:

$$\sigma_{B_{дон}} = C_v^{B_{дон}} \cdot B_{ПР} , \quad (10)$$

где $B_{ПР}$ – проектная (нормированная) ширина взлётно-посадочной полосы, которая при строительстве должна реализовываться как среднее значение ширины ВПП (учитывая, что отклонения неизбежны, но, главное, они должны быть в допуске), м;

$C_v^{B_{дон}}$ - допустимое значение коэффициента вариации ширины покрытия ВПП, принимаемое при строительстве в пределах 0.05% от проектного значения ширины: $C_v^{B_{дон}} = 0,035$.

Оценку риска после вычисления параметров проектируемой, построенной или эксплуатируемой взлётно-посадочной полосы выполняется для обоих математических моделей по формуле (3).

2. Пример расчета необходимой ширины

В этом примере представлены подробности расчета одного из наиболее часто используемых самолетов Российскими авиалиниями.

Исходные данные: Марка самолёта Ту-204; Длина самолёта $D = 46,13$ м; Расстояние между наружными гранями внешних колёс самолёта. $S = 10,4$ м; Скорость приземления $V = 210$ км/ч; Нормированная ширина взлётно-посадочной полосы $B = 45$ м;

2.1. Порядок расчёта на основе частной математической модели

1. Критическую ширину ВПП, при приземлении на которую самолёта Ту-204 произойдёт выход внешнего колёса с покрытия на краевую полосу безопасности с вероятностью 0,5 (50%), определяем по формуле (1):

$$B_{кр} = \frac{D \cdot V}{720} + S = \frac{46,13 \cdot 210}{720} + 10,4 = 13,45 + 10,4 = 23,85 \text{ м}.$$

2. Определяем допустимое значение среднеквадратического отклонения ширины покрытия ВПП по формуле (7):

где $d = 0,104 \cdot V = 0,104 \cdot 210 = 21,84 \text{ м}$:

$$\sigma_B^{доп} = \Delta_{доп} \cdot \left(\frac{B}{d}\right)^2 = 0,035 \cdot \left(\frac{45}{21,84}\right)^2 = 0,149 \text{ м}.$$

где параметры $\Delta_{доп}$ и S представляют собой следующие исходные характеристики:

– $\Delta_{доп}$ – допуск на отклонение ширины покрытия взлётно-посадочной полосы относительно проектной ширины покрытия (м);

B – проектное или фактическое значение ширины покрытия ВПП, (м);

d – нормированное (при приёме ВПП в эксплуатацию) расстояние между поперечниками (м), через которое измеренное отклонение ширины покрытия (Δ_i) не должно превышать предельное отклонение $\Delta_{доп} = \pm 0,035 \text{ м}$. На меньших расстояниях между точками, чем расстояние d , измеренное отклонение ширины покрытия от проектной ширины должно быть меньше 0,035 м. Параметр d определяем по выражению: $d = 0,104 \cdot V = 0,104 \cdot 210 = 21,84$

где V – скорость полёта самолёта при приземлении (в момент касания внешними колёсами покрытия ВПП), км/ч.

3. По формуле (5) устанавливаем среднеквадратическое отклонение критической ширины покрытия взлётно-посадочной полосы:

$$\sigma_{B_{кр}} = \frac{D \cdot V}{2160} = \frac{46,13 \cdot 210}{2160} = 4,48 \text{ м}.$$

4. Коэффициент вариации критической ширины покрытия определяем по формуле (6):

$$C_v^{B_{кр}} = \frac{\sigma_{B_{кр}}}{B_{кр}} = \frac{4,48}{23,85} = 0,188$$

5. По формуле (3) определяем риск схода внешнего колеса самолёта с покрытия взлётно-посадочной полосы на краевую полосу безопасности:

$$\begin{aligned} r &= 0,5 - \Phi \left[\frac{B_{пп} - B_{кр}}{\sqrt{\sigma_{B_{пп}}^2 + \sigma_{B_{кр}}^2}} \right] = 0,5 - \Phi \left[\frac{45 - 23,85}{\sqrt{0,149^2 + 4,48^2}} \right] = \\ &= 0,5 - \Phi(4,72) = 0,5 - 0,49999810 = 1,9 \cdot 10^{-6}. \end{aligned}$$

Вывод:

Ширина покрытия взлётно-посадочной полосы, равная 45 метрам не отвечает требуемой (допустимой) вероятности схода колеса (колёс) самолёта Ту-204 с покрытия, так как на миллион посадок будет происходить

два схода колёс самолёта с покрытия, ширина которого 45 метров, при допустимом риске, который соответствует значению $1 \cdot 10^{-6}$. (Один сход с покрытия из миллиона приземлений).

Если увеличить ширину покрытия ВПП до значения 50 метров, то допустимое среднеквадратическое отклонение данной ширины по формуле (7) составит:

$$\sigma_B^{\text{доп}} = \Delta_{\text{доп}} \cdot \left(\frac{B}{d} \right)^2 = 0,035 \cdot \left(\frac{50}{21,84} \right)^2 = 0,1834 \text{ м}$$

а фактический риск будет отвечать требуемой (допустимой) вероятности схода колёс, при допустимом риске, который соответствует значению $1 \cdot 10^{-6}$. Покажем это:

$$\begin{aligned} r &= 0,5 - \Phi \left[\frac{B_{\text{ПР}} - B_{\text{КР}}}{\sqrt{\sigma_{B_{\text{ПР}}}^2 + \sigma_{B_{\text{КР}}}^2}} \right] = 0,5 - \Phi \left[\frac{50 - 23,85}{\sqrt{0,1834^2 + 4,48^2}} \right] = \\ &= 0,5 - \Phi \left[\frac{26,15}{4,48} \right] = 0,5 - \Phi(5,825) = 0,5 - 0,49999997 = 3 \cdot 10^{-7} . \end{aligned}$$

При ширине ВПП равной 50 метров 3 самолётов Ту-204 из десяти миллиона посадок будут выкатываться (хотя бы одним колесом) на краевую полосу безопасности при посадочной скорости 210 км/ч.

2.2. Последовательность расчёта на основе общей математической модели

Для начала определим требуемую ширину покрытия ВПП на основе общей математической модели (при $A_{\text{СР}} \gg A_{\text{КР}}$), то есть по одной из двух ниже приведённых формул в зависимости от значения коэффициента вариации критической ширины покрытия ВПП:

$$\text{при } C_v^{B_{\text{КР}}} \neq 0,2; B_{\text{КР}} = \frac{\sqrt{B_{\text{доп}}^2 + [25 \cdot (C_v^{B_{\text{КР}}})^2 - 1](B_{\text{доп}}^2 - 25 \cdot \sigma_{B_{\text{доп}}}^2)} - B_{\text{доп}}}{25 \cdot (C_v^{B_{\text{КР}}})^2 - 1}; \quad (8)$$

$$\text{при } C_v^{B_{\text{КР}}} = 0,2; B_{\text{КР}} = \frac{B_{\text{доп}}^2 - 25 \cdot \sigma_{B_{\text{доп}}}^2}{2 \cdot B_{\text{доп}}}. \quad (9)$$

В качестве $B_{\text{доп}}$ следует принять ширину покрытия взлётно-посадочной полосы, равной 50 метрам, так как эта ширина в примере, выполненном по частной модели, дала риск $3 \cdot 10^{-7}$, меньше, чем допустимому риску $1 \cdot 10^{-6}$. При этом допустимое среднеквадратическое отклонение этой величины по формуле (7) составило

$$\sigma_B^{\text{доп}} = \Delta_{\text{доп}} \cdot \left(\frac{B}{d} \right)^2 = 0,035 \cdot \left(\frac{50}{21,84} \right)^2 = 0,1834 \text{ м}.$$

коэффициент вариации критической ширины ВПП должен быть таким же, как и в предыдущем расчёте, чтобы обе математические модели принадлежали к одной совокупности (имели сопоставимые исходные данные). Только в этом случае можно сравнивать результаты расчёта. Для этого мы специально в пункте 4 предыдущего примера получили:

$$C_v^{B_{KP}} = \frac{\sigma_{B_{KP}}}{B_{KP}} = \frac{4,48}{23,85} = 0,188$$

Так как коэффициент вариации критической ширины соответствует условию $C_v^{B_{KP}} \neq 0,2$, то к расчёту применяем формулу (8)

$$B_{KP} = \frac{\sqrt{B_{доп}^2 + [25 \cdot (C_v^{B_{KP}})^2 - 1](B_{доп}^2 - 25 \cdot \sigma_{B_{доп}}^2)} - B_{доп}}{25 \cdot (C_v^{B_{KP}})^2 - 1} =$$

$$= \frac{\sqrt{50^2 + [25 \cdot (0,188)^2 - 1](50^2 - 25 \cdot 0,1834^2)} - 50}{25 \cdot (0,188)^2 - 1} = 25,76 \approx 23,85 \text{ м.}$$

Получили сопоставимые значения параметра B_{KP} ($25,76 \approx 23,85$) не смотря на то, что в общем решении использовано меньшее число исходных данных. (При этом следует учитывать, что в первом расчёте мы не стали точно устанавливать значения параметров $B_{доп}$ и $\sigma_{B_{доп}}$, а приняли их первое приближение).

Расхождение практически нулевое, что указывает на то, что расчет по общей и частной формуле дает практически одинаковые результаты и точно соответствует допустимой величине риска $1 \cdot 10^{-6}$.

Библиографический список:

1. Столяров В.В. Примеры Расчёта Геометрических, Транспортно-Эксплуатационных И Прочностных Параметров Автомобильных Дорог На Основе Теории Риска / Часть I, Проектирование. Саратов. гос. техн. ун-т. Саратов : СГТУ, 2017.: –377 с.
2. International Civil Aviation Organization Montréal, Canada ICAO Safety Report .: 2020. –64 P
3. Kenneth Neubauer, Dave Fleet and Manuel Ayres, Jr. ACRP report 131, A Guidebook for Safety Risk Management for Airports ISBN 978-0-309-30865-6/ DOI 10.17226/22138. Transportation Research Board / Washington, D.C.: 2015–145 P.

Jamal-Eddine A.M. Mathematically modeling of the runway width based on the theory of risk

УДК 625.712

ПРОЕКЦИОННЫЕ ПЕШЕХОДНЫЕ ПЕРЕХОДЫ НА ГОРОДСКИХ ДОРОГАХ

Иванов Р.Ю. (гр. СМ-3-20)

Научный руководитель – канд. экон. наук, доцент Карпушко Е.Н.

Волгоградский государственный технический университет

Работа посвящена изучению вопросов, которые касаются проекционных пешеходных переходов на городских дорогах. Рассмотрено понятие проекционного пешеходного перехода и его особенности. Приведены и проанализированы основные преимущества и недостатки использования проекционных пешеходных переходов на практике. В ходе выполнения данных задач применялись такие методы исследования, как анализ, синтез, описание и обобщение. В заключение работы сделан вывод о высокой

перспективности использования проекционных пешеходных переходов и необходимости продолжения научно-исследовательских работ в данной области.

The work is devoted to the study of issues related to the study of projected pedestrian crossings on urban roads. The concept of a projected pedestrian crossing and its features are considered. The main advantages of using projected pedestrian crossings are analyzed. The main advantages and disadvantages of using projection pedestrian crossings in practice are given. In the course of performing these tasks, such research methods as analysis, synthesis, description and generalization were used. In conclusion, the conclusion is made about the high prospects of using projected pedestrian crossings and the need to continue research in this area.

Автомобильная отрасль относится к числу наиболее важных отраслей во всем мире. Не исключением является и Российская Федерация, которая обладает наибольшей площадью среди мировых стран мира. Протяженность дорог в нашей стране на конец 2020 года, по данным статистики, составляет 1,553,663,5 км, из которых 1,14 миллиона километров относится к числу автомобильных дорог, которые имеют твердое асфальтированное покрытие [1].

В связи с этим возникает серьезный вопрос, который связан с обеспечением высокого уровня безопасности как самих водителей, так и обычных пешеходов. По статистическим данным за 2021 год было совершено 164 358 дорожно-транспортных происшествий, из которых почти 17 000 погибло, а 210 000 получили различного рода ранения [2]. Анализируя эти цифры, можно с уверенностью сказать, что по общему числу дорожно-транспортных происшествий (в процентном соотношении) и числу летальных исходов наблюдается постепенное уменьшение показателей по сравнению с предыдущими годами. Однако количество раненных продолжает расти.

Одной из причин продолжающегося роста количества дорожно-транспортных происшествий рабочим коллективом Госавтоинспекции Российской Федерации называется достаточно низкий уровень освещенности используемых для безопасного перемещения пешеходных переходов.

Для решения данной проблемы на уровне государства в 2018 году была разработана проектная инициатива, которая получила название «Безопасные и качественные автомобильные дороги». Одной из основных целей данного проекта является создание высокого уровня безопасности и освещенности существующих в Российской Федерации пешеходных переходов в ночные часы. Современным инновационным решением, которое используется для достижения основной цели указанной проектной инициативы, является проекционный пешеходный переход.

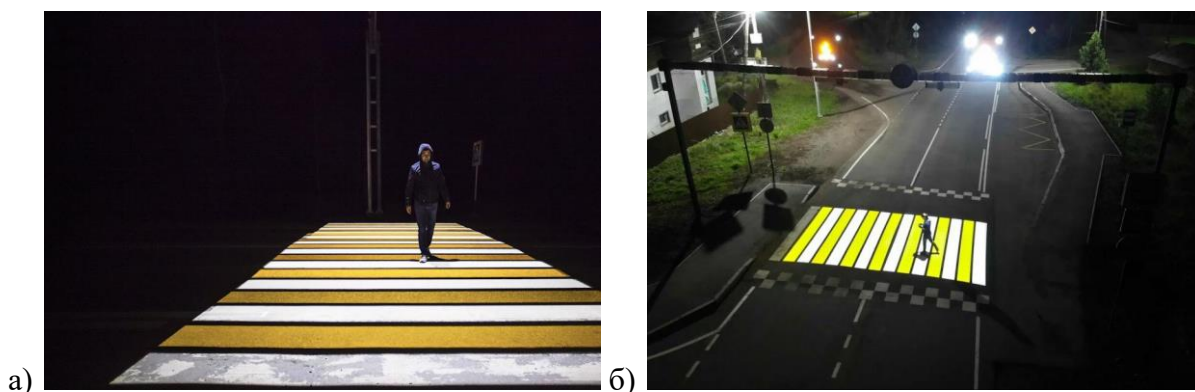
Проекционный пешеходный переход представляет собой пешеходный переход, на котором должно быть установлено современное устройство, осуществляющее проекцию разметки, нанесенную на автомобильную дорогу. Таким образом, данная инновационная система позволяет дублировать исходную разметку в ночное время или же при плохих

погодных условиях, однако она полностью не заменяет исходную разметку на дорожном полотне.

Для проецирования разметки 1.14.1, которая соответствует пешеходному переходу, применяются специальные светодиодные проекторы IGP, тип которых выбирается исходя из ширины автомобильной дороги в месте установки. Всегда должен использоваться один проектор при двухполосном движении. Это позволяет сформировать световой коридор, являющийся абсолютно идентичным исходной «зебре», нанесенной на дорожное покрытие (см. рисунок 1). На расстоянии до разметки 1.14.1, составляющем 50 м, располагается еще один светодиодный проектор IGP, который осуществляет проецирование автомобильного знака 1.24.1 (приближение к пешеходному переходу) [3]. Это позволяет дать водителю еще больше информации о наличии пешеходного перехода.

Статистические данные, которые были собраны при тестировании подобной системы, позволяют с уверенностью говорить о том, что при движении пешехода по инновационной «зебре» он становится существенно более заметным на ней. Дальность видимости пешехода, по имеющимся данным от водителей автотранспортных средств, составляет порядка 150 м, что позволяет водителю вовремя среагировать и избежать дорожно-транспортного происшествия.

Данные показатели говорят о несомненном преимуществе использования данной технологии в современное время. Многие страны во всем мире занимаются созданием и практическим внедрением проекционных пешеходных переходов. Наибольшее распространение данная инновационная технология получила в Российской Федерации (уже сейчас она используется в 26 субъектах страны и их число составляет порядка 1000 штук) [3].



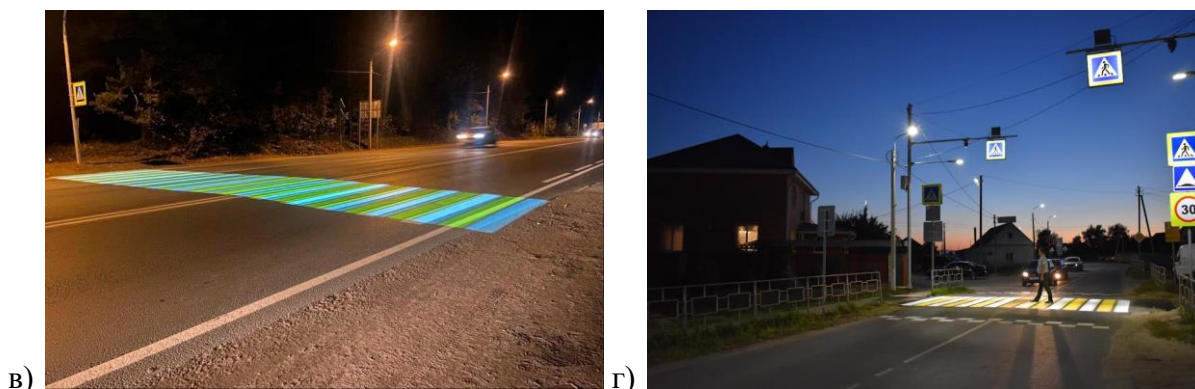


Рис. 1. Внешний вид проекционной пешеходной дороги [3]: а) Красноярский край; б) Свердловская область; в) Ленинградская область; г) Рязанская область

Статистические данные, которые были собраны при тестировании подобной системы, позволяют с уверенностью говорить о том, что при движении пешехода по инновационной «зебре» он становится существенно более заметным на ней. Дальность видимости пешехода, по имеющимся данным от водителей автотранспортных средств, составляет порядка 150 м, что позволяет водителю вовремя среагировать и избежать дорожно-транспортного происшествия.

Данные показатели говорят о несомненном преимуществе использования данной технологии в современное время. Многие страны во всем мире занимаются созданием и практическим внедрением проекционных пешеходных переходов. Наибольшее распространение данная инновационная технология получила в Российской Федерации (уже сейчас она используется в 26 субъектах страны и их число составляет порядка 1000 штук) [3].

Среди основных преимуществ использования инновационной технологии проекционных пешеходных переходов большинство специалистов выделяют:

- высокую степень долговечности - проецируемая разметка не стирается, не тускнеет, не загрязняется;
- увеличение видимости разметки, на которую не влияют погодные условия;
- яркость проекции, которая никаким образом не зависит от действия фар автотранспортных средств;
- повышение степени безопасности дорожного движения и пешехода за счет его дополнительного освещения;
- более низкую стоимость обслуживания данной технологии.

Однако можно выделить и ряд недостатков, которые возникают в процессе использования проекционных пешеходных переходов:

- увеличивается вероятность ослепления как водителей, подъезжающих к инновационной «зебре», так и переходящих по ней пешеходов, что может привести к увеличению риска возникновения дорожно-транспортного происшествия;

- возникает вероятность «слипания» пешехода со светом от проектора, что существенно повышает риски оказаться незамеченным водителем транспортного средства;

- широкомасштабное внедрение такой технологии может привести к тому, что большинство дорог перестанут очищать от имеющихся загрязнений, что, несомненно, приведет к росту количества аварий на автомобильных дорогах;

- высокая стоимость самого оборудования и его установки.

В заключение работы хотелось бы отметить, что проведенный анализ современных проекционных пешеходных переходов, которые в настоящее время получают большое распространение в Российской Федерации, позволяет говорить о высокой перспективности их использования. Внедрение такой современной технологии позволяет существенно обезопасить передвижение пешехода и снизить риски возникновения дорожно-транспортного происшествия, особенно в темное время суток. Однако к настоящему времени существует ряд сложностей, которые не позволяют с уверенностью сказать о том, что данная технология будет обладать высокой эффективностью. В частности, внедрение данной технологии может привести к тому, что асфальты могут перестать чистить вообще, а также может повыситься вероятность ослепления водителей транспортных средств или самих пешеходов, которые будут двигаться по такому переходу. Все это позволяет сделать вывод о том, что для нашей страны жизненно важно продолжать проведение научно-исследовательских и практических работ по внедрению технологии проекционных пешеходных дорог.

Библиографический список:

1. Протяженность автомобильных дорог общего пользования [Электронный ресурс]. Свободный доступ: <https://www.fedstat.ru/indicator/42095> (дата обращения - 12.04.2022 г.).

2. Госавтоинспекция опубликовала годовую статистику ДТП за 2021 год [Электронный ресурс]. Свободный доступ: <https://garotools.ru/avtomir/smertnost-ot-dtp-v-rossii.html> (дата обращения - 12.04.2022 г.).

3. Проекционный пешеходный переход [Электронный ресурс]. Свободный доступ: <https://igoboprojector.ru/bezopasnyye-dorogi> (дата обращения - 12.04.2022 г.).

4. Алиулова, В.А. Оценка технологий ямочного ремонта дорог в России / В.А. Алиулова, Е.Ф. Валеева, А.Д. Сергеева // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. – 2016. – № 6-1. – С. 57-60.

Ivanov R.Y. Projected pedestrian crossings on city roads

УДК 656.142

**ФОРМИРОВАНИЕ ДОСТУПНОЙ ГОРОДСКОЙ СРЕДЫ ДЛЯ
МАЛОМОБИЛЬНЫХ ГРУПП НАСЕЛЕНИЯ (НА ПРИМЕРЕ
ПЕРЕКРЕСТКА)**

Кичуткина А.Е. (гр. 8БД01)

Научный руководитель – канд. техн. наук, доц. Николаева Р.В.

*Казанский государственный архитектурно-строительный
университет*

Формирование доступной городской среды направлено на создание, а также улучшение условий для передвижения населения. Особое внимание необходимо уделять людям, которые относятся к маломобильным группам населения, и испытывают определенные трудности при передвижении и ориентировании в пространстве. В статье рассматривается формирование доступной среды для маломобильных групп населения на примере перекрестка ул. Копылова – ул. Тэцэвская г. Казани. В результате исследования выявлены проблемы при формировании доступной среды и предложены рекомендации по их устранению.

The formation of an accessible urban environment is aimed at creating, as well as improving conditions for the movement of the population. Special attention should be paid to people who belong to low-mobility groups of the population, and experience certain difficulties when moving and navigating in space. The article considers the formation of an accessible environment for low-mobility groups of the population on the example of the intersection of Kopylova Street – Tetsjevskaya street in Kazan. As a result of the study, problems were identified in the formation of an accessible environment and recommendations for their elimination were proposed.

Современная социальная политика, развития городской транспортной инфраструктуры, ориентирована на создание безопасной, доступной и комфортной среды для передвижения населения. Среди городского населения можно выделить наименее защищенные группы – маломобильные группы населения [1].

Понятие «маломобильные группы населения (МГН)» включает в себя людей, которые испытывают трудности при передвижении по городской среде: инвалиды, люди с временным нарушением здоровья, люди с нарушением интеллекта, люди старших возрастов, беременные женщины, люди с детскими колясками, с малолетними детьми, тележками, багажом и т.д. [2].

Исследования специалистами городской транспортной инфраструктуры показывают, что в ряде случаев наблюдаются затруднения доступа к зданиям и сооружениям, дорог и жилья у 15% населения, которые относятся к МГН [3-5]. Во многих городах доступность объектов транспортной инфраструктуры для МГН достаточно низкая. К основным недостаткам транспортной инфраструктуры относят [6]:

– низкую приспособленность городской среды для перемещения колясочников, людей с детскими колясками;

- недостаточное количество пешеходных переходов оборудовано средствами для ориентации людей на местности и в пространстве;
- остановочные пункты не оборудованы в соответствии со стандартами доступности инвалидов, отсутствуют адаптированные для слабослышащих и слабовидящих групп населения информационные табло и т.д.

Объектом исследования был выбран перекресток ул. Копылова – ул. Тэцэвская г. Казани (рис. 1). Рассматриваемый перекресток имеет большое социальное значение для населения города, т.к. вблизи него располагаются остановки общественного транспорта и объекты притяжения.



Рис. 1. Перекресток ул. Копылова – ул. Тэцэвская г. Казани

Исследование доступной городской среды перекрестка ул. Копылова – ул. Тэцэвская г. Казани для МГН проходило в несколько этапов: выявление транспортных проблем, анализ существующей организации дорожного движения и разработка рекомендаций.

На первом этапе выявлялись основные проблемы в формировании доступной среды для МГН на перекрестке ул. Копылова – ул. Тэцэвская г. Казани (рис. 2).



Рис. 2. Недостатки в формировании доступной среды для МГН на перекрестке ул. Копылова – ул. Тэцэвская г. Казани

Анализ существующей ситуации перекрестке ул. Копылова – ул. Тэцэвская г. Казани выявил следующие проблемы, с которыми ежедневно сталкиваются не только МГН:

- отсутствие перил на лестницах и пандусах;
- препятствия в виде бордюров, затрудняющих передвижение через проезжую часть;
- устаревшее покрытие тактильных наземных указателей, а также частичное их отсутствие;
- отсутствие качественной системы водоотвода.

На втором этапе исследования были проведены натурные обследования транспортных и пешеходных потоков и анализ существующей схемы организации дорожного движения на перекрестке ул. Копылова – ул. Тэцэвская г. Казани (рис. 3).

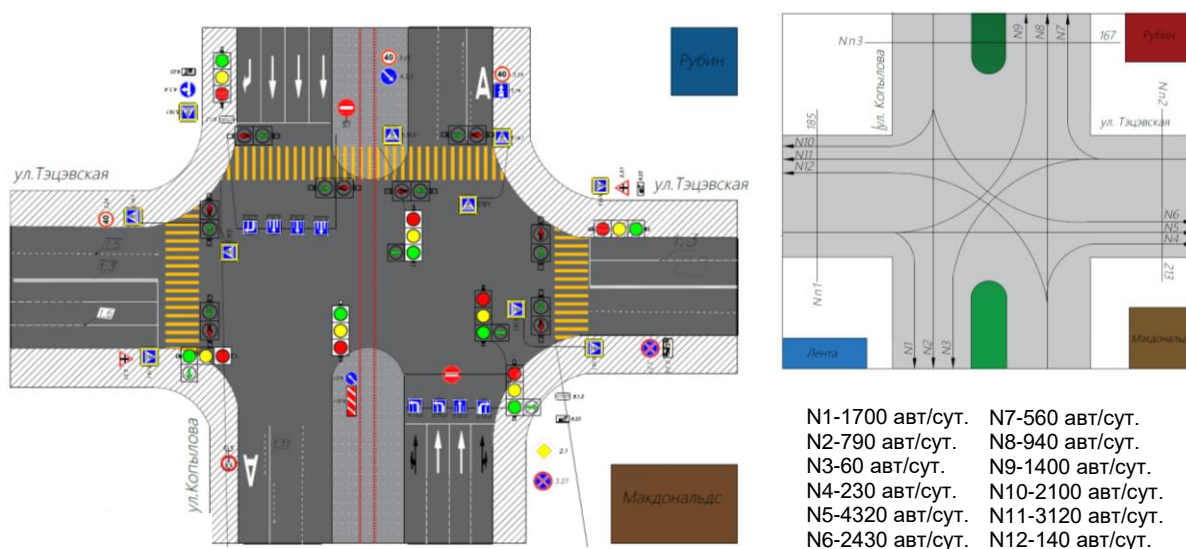


Рис. 3. Существующая схема организации дорожного движения перекрестке ул. Копылова – ул. Тэцэвская г. Казани

Натурные обследования показали, что на перекрестке ул. Копылова – ул. Тэцэвская г. Казани наблюдается высокая интенсивность транспортных и пешеходных потоков.

Анализ существующей схемы организации дорожного движения на перекрестке ул. Копылова – ул. Тэцэвская г. Казани позволили выявить участки, где оборудование пешеходного пространства не удовлетворяет нормативным требованиям:

- отсутствуют правильно оборудованные пандусы, высота бордюрного камня в зоне спуска людей на проезжую часть 15 см, что не соответствует нормативным требованиям;
- отсутствует тактильная плитка, направляющая людей с проблемами по зрению в зону перехода улицы в правильном направлении.

Выявленные проблемы в рамках формирования доступной среды для МГН должны решаться на основе учета мощностей и направления

транспортных и пешеходных потоков, а также установки необходимых технических средств организации дорожного движения [7, 8].

На третьем этапе исследования разработаны мероприятия по формированию доступной городской среды с учетом жизнедеятельности маломобильных групп населения движения на перекрестке ул. Копылова – ул. Тэцэвская г. Казани. В основу мероприятий по совершенствованию организации дорожного движения на перекрестке ул. Копылова – ул. Тэцэвская г. Казани положена перепланировка участка (рис. 4).

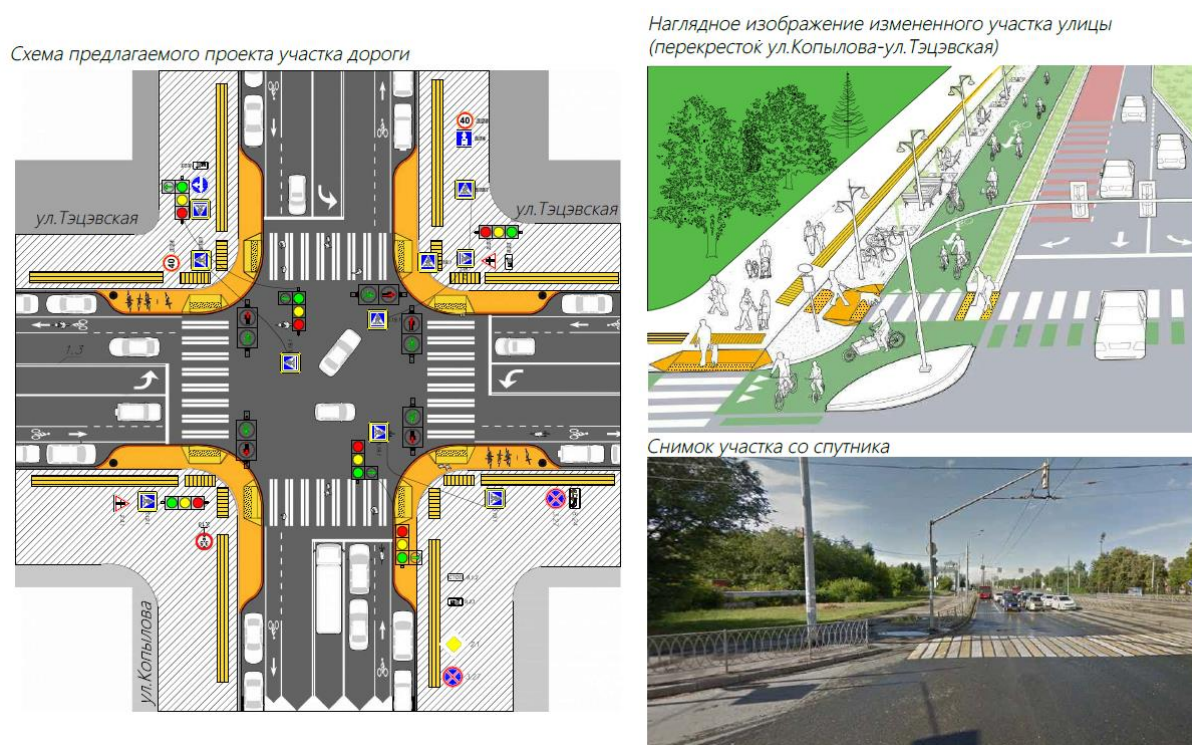


Рис. 4. Проект совершенствования схемы организации дорожного движения на перекрестке ул. Копылова – ул. Тэцэвская г. Казани

Перепланировка перекрестка ул. Копылова – ул. Тэцэвская г. Казани включает:

- изменение направлений движения автомобилей, за счет включения встречного направления по ул. Тэцэвская;
- сужение ул. Копылова до 2-х полосного, что позволяет расширить пешеходное пространство;
- устройство велосипедных дорожек;
- установка тактильных плиток (направляющая и предупреждающая) по всем направлениям движения;
- оснащение перекрестка звуковыми сигналами для инвалидов по слуху и зрению;
- оборудование перекрестка табличками для слабовидящих людей со шрифтом Брайля.

Вывод:

Проведенное исследование на перекрестке ул. Копылова – ул. Тэцэвская г. Казани показало, что при формировании доступности городской среды

необходимо учитывать доступность объектов: физическую, пространственную и информационную. Качественное преобразование доступной городской среды способствует повышению уровня качества жизни населения.

Библиографический список:

1. Данилина Н.В., Привезенцева С.В. Обеспечение условий доступа маломобильных групп граждан к инфраструктуре транспортно-пересадочных узлов // Вестник ТГАСУ. 2018. №1. С. 82-90.
2. СП 59.13330.2020. Свод правил. Доступность зданий и сооружений для маломобильных групп населения.
3. Ветрова И.Ю. Проблемы социальной адаптации инвалидов. [Электронный ресурс] – Режим доступа: URL: http://vestnik.yspu.org/releases/pedagoga_i_psichologiy/16_1/ (дата обращения: 04.04.2022).
4. Ламов И.Ф., Варфоломеев И.Ф. Обеспечение доступа помещений маломобильным группам населения // Экономика и управление. 2009. № 12 (50). С. 76-78.
5. Данилина Н.В., Привезенцева С.В. Обеспечение условий доступа маломобильных групп граждан к инфраструктуре транспортно-пересадочных узлов // Вестник ТГАСУ Т.20. 2018. № 1. С. 82-90.
6. Семчугова Е.Ю., Гайдаев В.С. Логистическая оценка доступности объектов для маломобильных групп населения // ВЕСТНИКТОГУ. 2012. № 1 (24). С. 91-98.
7. Николаева Р.В. Создание безбарьерной среды в городах для маломобильных групп населения // Вестник НЦБЖД. 2018. № 4 (38). С. 105-109.
8. Михайлина Е.И. Научно-методическое обеспечение формирования доступной городской среды для маломобильных групп населения // Столыпинский вестник. 2020. №1. С. 185-196.

Kichutkina A.E. Formation of an accessible urban environment for low-mobility groups of the population (on the example of an intersection)

УДК 656.11.05

АНАЛИЗ ИЗМЕНЕНИЯ МЕСТ КОНЦЕНТРАЦИИ ДТП В ГОРОДЕ ВОЛГОГРАД С 2019 ГОДА ПО 2021 ГОД

Колосков Р.С., Дедуренко В.А. (СМ-3-21)

Научный руководитель – канд. техн. наук, доцент Витолин С.В.

Волгоградский государственный технический университет

В данной статье проведено исследование изменения мест концентрации ДТП в городе Волгоград с 2019 года по 2021 год. Представлены этапы разработки мероприятий по повышению БДД в местах концентрации ДТП.

In this article conducted a study of changes in the places of concentration of accidents in the city of Volgograd from 2019 to 2021. The stages of development of measures to improve traffic safety in places of concentration of road accidents are presented.

Законом Российской Федерации о безопасности движения дорожно-транспортное происшествие определено как «событие, возникшее в процессе движения по дороге транспорта и с его участием, при котором

погибли или ранены люди, повреждены транспортные средства, сооружения, грузы либо причинен материальный ущерб».

Во всех странах мира необходимость сокращения ДТП рассматривается как национальная проблема. В России эта проблема особенно актуальна. По статистике последних десяти лет на дороге ежедневно погибает более 100 человек и свыше 600 человек получают ранения. За год погибает более 34 тыс. человек, а 20 тыс. водителей погибают, получают ранения или оказываются на скамье подсудимых. Общий ущерб в год из-за ДТП превышает 300 млрд руб. Ежегодный рост числа ДТП и ущерба составляет 5-7% [2].

В ходе исследования мест концентрации ДТП 2019 года в городе Волгоград, были получены данные [3, 4].

Таблица 1

Статистика количества ДТП на улично-дорожной сети в городе Волгоград 2019 г.

Мест концентрации	Улично-дорожная сеть	Количество ДТП	Погибло	Ранено	Время ДТП
33	Регулируемый перекресток	75	2	98	20:00-7:30 10:30-16:30
	Нерегулированный перекресток разнозначных улиц (дорог)	3	1	7	13:40-15:10
	Нерегулируемый перекресток неравнозначных улиц (дорог)	11		20	18:00-02:00
	Регулируемый пешеходный переход	19	1	41	15:40-01:00
	Нерегулярный пешеходный переход	10		19	20:00-7:30
	Внутридворовая территория	3		6	12:30-14:30
	Выезд с прилегающей территории	1		4	15:00
	Остановка общественного транспорта	9	1	18	6:00-15:00
	Мост, эстакада, путепровод	3		3	14:00-16:00
	Иное	1		3	12:42
Всего		135	5	219	

Из таблицы 1 видно, что большее количество ДТП совершается на регулируемом перекрестке как в дневное время суток, так и в ночное.



Рис. 1. Статистика количества ДТП на улично-дорожной сети по часам в городе Волгоград 2019 г.

По видам ДТП лидирует столкновение и наезд на пешехода, что представлено в таблице 2.

Таблица 2

Количество ДТП по видам ДТП в городе Волгоград 2019 г.

Вид ДТП	Количество ДТП
Столкновения	91
Наезд на пешехода	24
Наезд на велосипедиста	1
Падение пассажира	13
Наезд на стоящее ТС	4
Опрокидывание	1
Наезд на препятствие	1
Итого	135

В ходе исследования мест концентрации ДТП 2020 года в городе Волгоград, были получены данные.

Таблица 3

Статистика количества ДТП на улично-дорожной сети в городе Волгоград 2020 г.

Мест концентрации	Улично-дорожная сеть	Количество ДТП	Погибло	Ранено	Время ДТП
22	Регулируемый перекресток	56	3	72	20:00-5:30 09:30-15:00
	Нерегулированный перекресток разнозначных улиц (дорог)	1	0	2	13:42
	Нерегулируемый перекресток неравнозначных улиц (дорог)	4	0	5	16:00-23:00
	Регулируемый пешеходный переход	12	2	16	15:40-01:00
	Нерегулярный пешеходный переход	11	0	25	20:00-7:30
	Внутридворовая территория				

	Выезд с прилегающей территории	4	0	8	14:00-16:00
	Остановка общественного транспорта	3	0	5	8:00-12:00
	Мост, эстакада, путепровод				
	Иное	1		1	13:00
Всего		92	5	134	

Из таблицы 3 видно, что большее количество ДТП совершается на регулируемом перекрестке как в дневное время суток, так и в ночное.



Рис. 2. Статистика количества ДТП на улично-дорожной сети по часам в городе Волгоград 2020 г.

По видам ДТП лидирует столкновение и наезд на пешехода, что представлено в таблице 4.

Таблица 4

Количество ДТП по видам ДТП в городе Волгоград 2020 г.

Вид ДТП	Количество ДТП
Столкновения	64
Наезд на пешехода	21
Наезд на велосипедиста	0
Падение пассажира	2
Наезд на стоящее ТС	3
Опрокидывание	0
Наезд на препятствие	1
Иной вид	1
Итого	92

В ходе исследования мест концентрации ДТП 2021 года в городе Волгоград, были получены данные.

Таблица 5

Статистика количества ДТП на улично-дорожной сети в городе Волгоград 2021 г.

Мест концентрации	Улично-дорожная сеть	Количество ДТП	Погибло	Ранено	Время ДТП

37	Регулируемый перекресток	60	2	71	22:00-7:30 09:30-19:00
	Нерегулированный перекресток разнозначных улиц (дорог)	5		16	12:40-17:10
	Нерегулируемый перекресток неравнозначных улиц (дорог)	21		45	14:00-23:00
	Регулируемый пешеходный переход	39		48	14:40-23:00
	Нерегулярный пешеходный переход	16		20	20:00-7:30
	Внутридворовая территория				
	Выезд с прилегающей территории	1		2	11:00
	Остановка общественного транспорта	1		2	7:40
	Мост, эстакада, путепровод	1		1	14:42
	Тоннель	1		1	11:24
	Иное	1		1	13:00
Всего		146	2	207	

Из таблицы 5 видно, что большее количество ДТП совершается на регулируемом перекрестке и на регулируемом пешеходном перекрестке как в дневное время суток, так и в ночное.



Рис. 3. Статистика количества ДТП на улично-дорожной сети по часам в городе Волгоград 2021 г.

По видам ДТП лидирует столкновение и наезд на пешехода, что представлено в таблице 6.

Таблица 6
Количество ДТП по видам ДТП в городе Волгоград 2019 г.

Вид ДТП	Количество ДТП
Столкновения	95
Наезд на пешехода	44
Наезд на велосипедиста	2
Падение пассажира	0
Наезд на стоящее ТС	4
Опрокидывание	0
Наезд на препятствие	1
Иной вид	0
Итого	146

Наиболее частые места концентрации в Волгограде с 2019 года по 2021 год находятся по адресу: пр-кт им. В.И.Ленина, ул.Комсомольская, ул.Невская, Университетский пр-кт, ул. им Рокоссовского.

Основными причинами ДТП с 2019 года по 2021 год являются:

- Отсутствие, плохая различимость горизонтальной разметки проезжей части
- Отсутствие дорожных знаков в необходимых местах
- Отсутствие пешеходных ограждений в необходимых местах
- Неправильное применение, плохая видимость дорожных знаков
- Плохая видимость светофора
- Нарушения в размещении наружной рекламы
- Дефекты покрытий
- Отсутствие тротуаров
- Недостатки зимнего содержания
- Отсутствие элементов обустройства остановочных пунктов общественного транспорта
- Отсутствие освещения [4, 5].

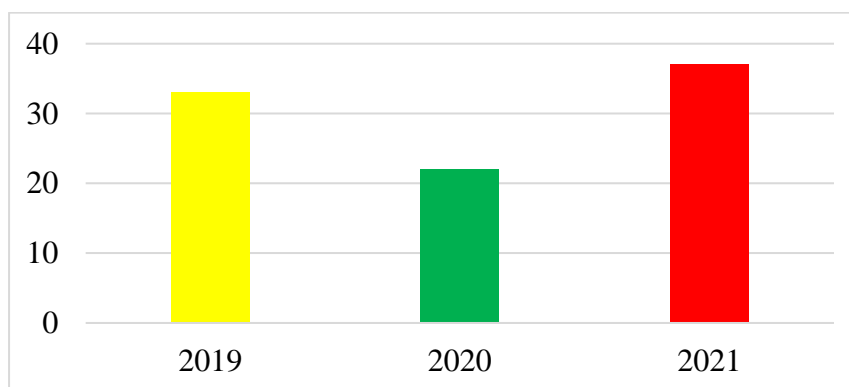


Рис. 4. Анализ мест концентрации ДТП в городе Волгоград с 2019 года по 2021 г.

По результатам диаграммы следует сделать вывод, что по сравнению с 2019 годом в 2020 году мест концентрации ДТП уменьшилось на 33,3% (на 11 мест концентрации ДТП меньше). Так как, 2020 год ознаменовался ковидными ограничениями, следует отметить, что снижение мест концентрации ДТП в 2020 году и введение ковидных ограничений никак не связаны. Хотя управление автомобилем в маске, особенно если человек носит очки, очень неудобное и ухудшает безопасность на дорогах. По

сравнению с 2020 годом в 2021 году мест концентрации ДТП увеличилось на 41% (на 15 мест концентрации ДТП больше). По сравнению с 2019 годом в 2021 году количество мест концентрации ДТП увеличилось на 10,8% (на 4 мест концентрации ДТП больше).

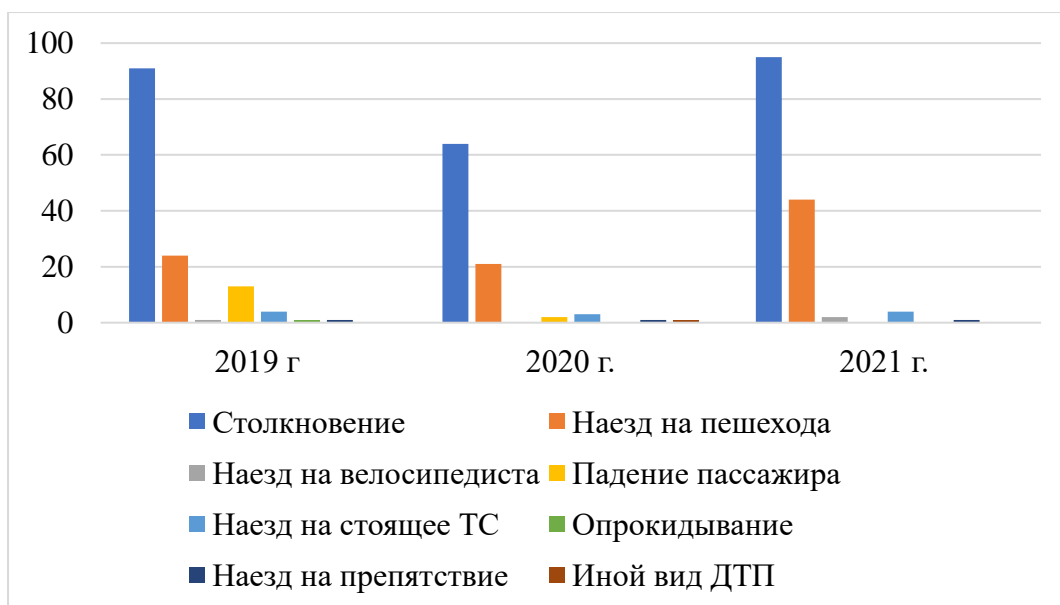


Рис. 5. Анализ видов ДТП на местах концентрации ДТП в городе Волгоград с 2019 года по 2021 год

По видам ДТП на местах концентрации можно сделать вывод, что в 2021 году столкновений было больше на 4,2%, чем в 2019 году, и на 32,6% больше, чем в 2020 году. Наездов на пешеходов в 2021 году на 45,5% больше, чем в 2019 году, и на 52,3% больше, чем в 2020 году. Падений пассажиров в 2021 году не было, но в 2020 году их на 84,6% меньше, чем в 2019 году.

В итоге нами выбраны следующие регулируемые перекрестки для наблюдений пр-кт им. В.И.Ленина, ул.Комсомольская, ул.Невская, Университетский пр-кт, ул. им Рокоссовского.

Были выделены этапы разработки мероприятий по повышению БДД в местах концентрации ДТП, представленные на рисунке 6 [6].



Рис. 6. Этапы разработки мероприятий по повышению БДД в местах концентрации ДТП

К первоочередным относятся мероприятия по устранению недостатков транспортно-эксплуатационного состояния дорог и по оборудованию их элементами обустройства. Ко второй очереди относятся мероприятия, реализуемые в рамках работ по ремонту дороги, планирование которых осуществляется в установленном порядке.

Библиографический список:

1. Аземша С.А., Карасевич С.Н. Организация движения на регулируемых перекрестках. - Гомель, БелГУТ, 2007г. - 56с.
2. Балакин В.Д. Экспертиза дорожно-транспортных происшествий: учебное пособие / Б В.Д. Балакин. – 2-е изд., перераб. и доп. – Омск: СибАДИ, 2010. – 5 с.
3. Карта ДТП // URL: https://dtp-stat.ru/?center=55.759999999999371%3A37.63999999999997&zoom=12&start_date=2021-12-01&end_date=2021-12-31&participant_categories=6&severity=1%3B3%3B4
4. Сведения о показателях состояниях безопасности дорог // URL: <http://stat.gibdd.ru/>
5. ГОСТ Р 52289-2019 «Технические средства организации дорожного движения. Правила применения дорожных знаков, разметки, светофоров, дорожных ограждений и направляющих устройств»
6. ОДМ 218.4.005-2010 «Рекомендации по обеспечению безопасности движения на автомобильных дорогах»

Koloskov R.S., Dedurenko V.A. Analysis of changes in RTA concentration points in the city of Volgograd from 2019 to 2021

УДК 625.855.3-033.37

ОЦЕНКА ПРОПУСКНОЙ СПОСОБНОСТИ УЛИЧНО- ДОРОЖНОЙ СЕТИ ЖИЛОГО КОМПЛЕКСА «СЕДЬМОЕ НЕБО» В ГОРОДЕ КАЗАНИ

Кутдусов Р.Ф. (гр. 8-БД-01)

Научный руководитель – д-р пед. наук, профессор Гатиятуллин М.Х.

*Казанский государственный архитектурно-строительный
университет*

Город Казань – столица Республики Татарстан с миллионным населением характеризуется быстрыми темпами градостроительства. Ежегодно сдаются в эксплуатацию многоэтажные дома, комплексы, которые становятся местом пребывания и убывания, стоянки сотни автомобилей. Существуют проблема организации движения внутри территории застроек, пропускной способности и безопасности движения. В статье рассматривается прогноз состояния улично-дорожной сети строящегося микрорайона «Седьмое Небо».

The city of Kazan, the capital of the Republic of Tatarstan with a million people, is characterized by a rapid pace of urban development. Every year, multi-storey buildings, complexes are put into operation, which become a place of stay and departure, parking hundreds of cars. There are problems of traffic organization within the territory of buildings, traffic capacity and traffic safety. The article discusses the forecast of the state of the street and road network of the Seventh Heaven microdistrict under construction.

Новый микрорайон «Седьмого неба» – это уникальный проект жилого района. В этом проекте применены современные методы архитектурному оформлению застройки. При разработке инфраструктуры рассмотрены все поведенческие модели и создано жилое пространство, исходя из потребностей будущих жителей.

Это не просто квадратные метры, а новый стиль жизни в комфортных условиях: европейская архитектура, эргономичная планировка квартир, закрытые двory без машин, крытые спортивные площадки общего доступа и другие.

Жилищный комплекс (ЖК) «Седьмое небо» находится к востоку от центра Казани, на территории Советского района, перед спальным районом Азино-1.

Границы данного жилого района определены вдоль следующих улиц: на севере — улица Патриса Лумумбы и проектируемый участок Мамадышского тракта; на востоке — проспект Победы; на юго-востоке — улицы Академика Сахарова и Назиба Жиганова; на юге — строящийся Вознесенский тракт; на юго-западе — улица Аделя Кутуя; на западе — улица Шуртыгина. Площадь территории жилого района «Седьмое небо» составляет 445,44 га.

Строительство ЖК «Седьмое небо» – результат поисков, решения застройщика с целью привлечения заинтересованности потенциальных покупателей к возводимым высотным домам.

Основную часть территории займут высотные и среднеэтажные дома эконом-класса. Часть уже построена, остальное еще только предстоит возвести. Также здесь построят социально-культурные объекты: школы и детсады, парковки, магазины и другие.

Исследования существующих транспортных потоков проводились в часы пик и были занесены в программу «AIMSUN» с целью создания адекватной транспортной модели, отражающей реальную транспортную ситуацию на территории ЖК. На перекрестке пр. Альберта Камалеева– ул. Патриса Лумумбы имеется проблема заторовых ситуаций в утренние и вечерние часы, когда люди едут или возвращаются с работы, учёбы домой.

На основе результатов обследования интенсивности движения были построены следующие имитационные модели транспортного движения:

- 1) существующая модель (рисунок 1);
- 2) усовершенствованная модель (рисунок 2).

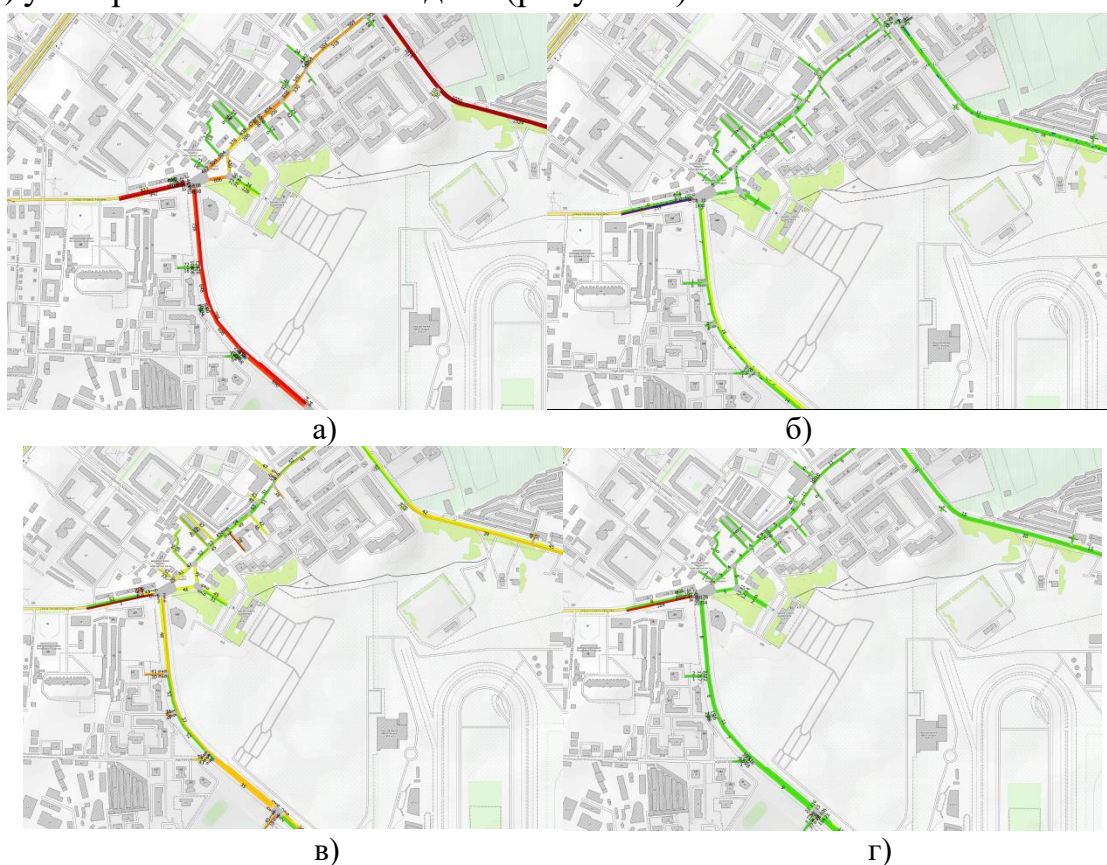


Рис. 1. Смоделированный поток существующей модели:
а) поток; б) время задержки; в) скорость; г) плотность

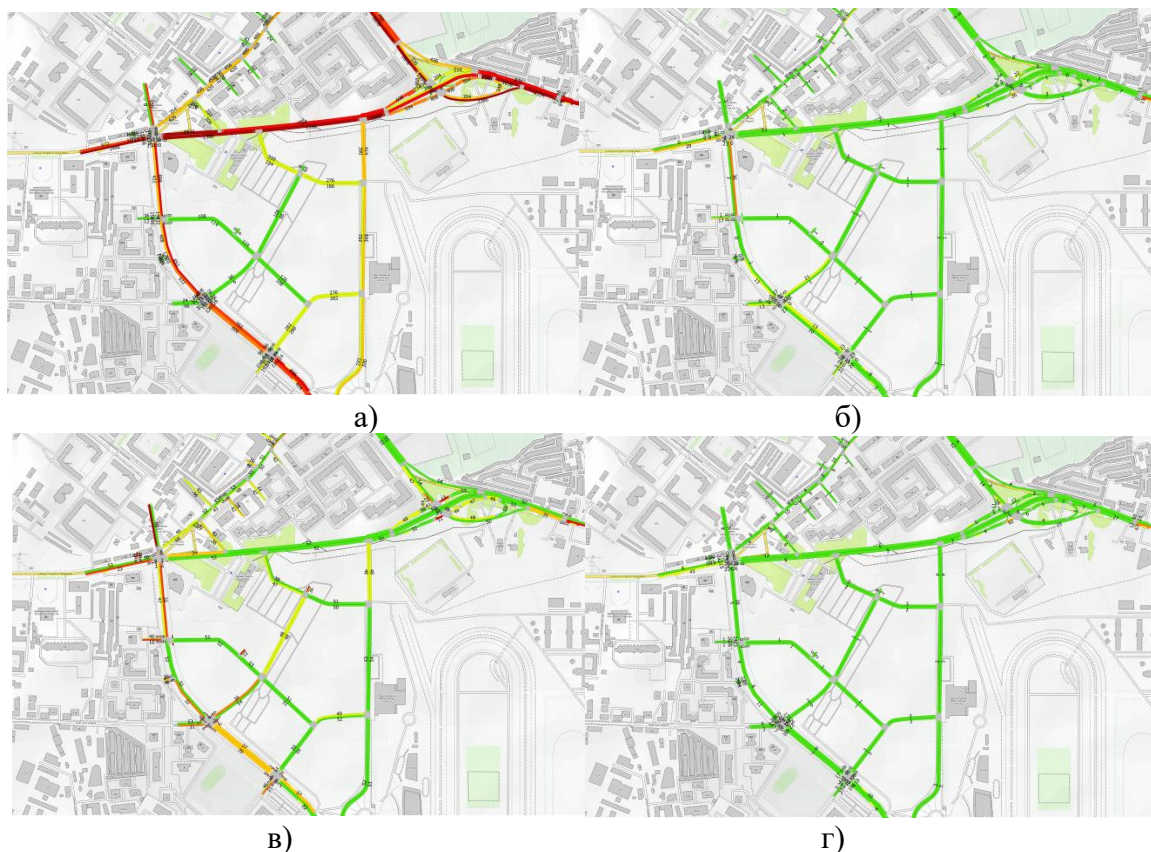


Рис. 2. Смоделированный поток существующей модели:
а) поток; б) время задержки; в) скорость; г) плотность

По результатам моделирования был проведен сравнительный анализ по следующим главным параметрам:

- время в пути – среднее время, затраченное транспортными средствами на проезд участка сети;
- время задержек – среднее время задержки ТС на участке сети в ходе имитации;
- время остановок – сумма времени, затраченного ТС на остановки;
- поток – общее количество ТС на участке сети в ходе имитации;
- скорость – среднее арифметическое скоростей всех ТС на участке сети в ходе имитации.

Вариант улучшения ОДД рядом с ЖК «Седьмое небо» заключается в изменении схемы ОДД.

Для снижения загруженности существуют различные решения по улучшению организации дорожного движения. В данном исследовании рассматриваются следующие проектные решения (рис.3):

- 1) строительство новой дороги по 3 полосы в каждую сторону, которая будет соединять ул. Патриса Лумумбы – с дорогой ул. Аграрной;
- 2) строительство новой дороги на территории ЖК;
- 3) в пересечение ул. Патриса Лумумбы и ул. Аграрной строительство транспортной развязки в разных уровнях.

Сравнительный анализ улучшения транспортной обстановке представлен в таблице 1.

Сравнительный анализ сети

Параметры	Существующая ситуация	Улучшенный вариант	
		Значение	%-ое соотношение
Время в пути Сек/км	708	554,4	-21,69
Время задержек Сек/км	325,2	277,7	-14,61
Время остановки Сек/км	400,3	384,77	-3,9
Поток Трансп ср-в/ч	9002	10080	11,97
Скорость Км/ч	33,59	42,22	31,65

По таблице видно, что после улучшения транспортной обстановки:

- время в пути снижается на 21,69 %,
- время задержек снижается на 14,61 %,
- время остановок снижается на 3,9 %
- поток увеличивается на 11,97 %
- скорость увеличивается на 31,65 %.

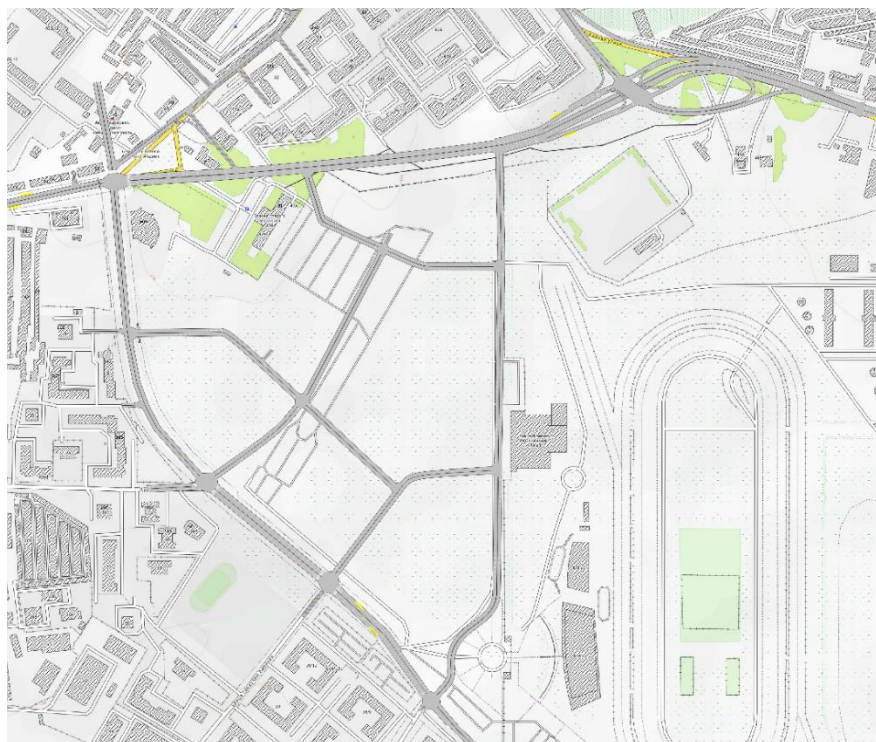


Рис. 3. Усовершенствованная схема

Таким образом, предложенный вариант по улучшению организации дорожного движения является приемлемым, так как дорожно-транспортная ситуация становится эффективней.

Библиографический список:

1. Klinkovshtein G.K. Organization of traffic / Klinkovshtein G.K. - М.:Transport, 2013.- 247 p.
2. Pugachev I.N. Organization of motor transport in cities: studies. manual / I.N. Pugachev. – Khabarovsk: Publishing House of the Pacific State University, 2015. – 196 p.

Kutdusov R.F. Assessment of the capacity of the street and road network of the residential complex "Seventh Heaven" in the city of Kazan

УДК 625.855.3-033.37

ТРАНСПОРТНОЕ ПЛАНИРОВАНИЕ ПЕРЕКРЕСТКОВ В ГОРОДЕ КАЗАНИ

Мингазов Х.Х. (гр. 8-БД-01)

Научный руководитель – д-р пед. наук, проф. Гатиятуллин М.Х.

Казанский государственный архитектурно-строительный университет

В статье содержится предложение по усовершенствованию организации дорожного движения и разработка альтернативного варианта технического решения на проблемном перекрестке г. Казани.

The article contains a proposal to improve the organization of traffic and the development of an alternative technical solution at the problematic intersection of Kazan.

Рациональное использование территории является неотъемлемой частью функционального зонирования и территориального планирования города и агломерации. Данная статья рассматривает модели рационально спланированного перекрестка, а также предложений по реконструкции их для дальнейшего зонирования территории с учетом всех необходимых нормативных требований. Названы принципы проектирования перекрестков и их реконструкции для использования при планировке городов и агломераций.

Перекресток — это место пересечения, примыкания или разветвления дорог на одном уровне, ограниченное воображаемыми линиями, соединяющими соответственно противоположные, наиболее удаленные от центра перекрестка начала закруглений проезжих частей.

Рациональное проектирование перекрестков обеспечивает видимость всех участников дорожного движения и позволяет предсказать их действия. При таком подходе все перемещения участников дорожного движения должны быть безопасными и интуитивно понятными.

Перекрестки являются важнейшими точками всей городской среды в целом. Серьезные конфликты между автомобилистами, пешеходами и велосипедистами возникают именно на перекрестках, но при рациональном подходе к проектированию перекрестков можно снизить возникновение таких конфликтных ситуаций. Хорошо и рационально организованный перекресток реализовывает социально-экономический потенциал города,

придавая новую жизнь неиспользуемым, малоиспользуемым или тесно застроенным пространствам.

Методы улучшения условий движения транспортных потоков будут рассмотрены на примере пересечения ул. Академика Губкина-Проспект Победы, расположенного в Советском районе города Казань. В часы «пик» на рассматриваемом перекрестке образуется затор. В 2019 и 2020 годах в данный перекресток был местом концентрации дорожно-транспортных происшествий (МК ДТП), а в 2021 году количество ДТП уменьшилось. В 2019 году произошло 8 ДТП: 5 столкновений, наезд на стоящее транспортное средство (ТС), наезд на пешехода и произошло падение пассажира из ТС, 9 человек получили травмы различной степени, 1 человек погиб.

В 2020 году произошло 7 ДТП: 5 столкновений и 2 наезда на пешеходов, пострадали 7 человек.

В 2021 году произошло 1 столкновение, пострадал 1 человек.



Рис. 1. Карта красных линий перекрестка ул. Академика Губкина-Проспект Победы

Эффективность эксплуатации автомобильного транспорта на городских дорогах в значительной степени зависит от комплекса мер по организации дорожного движения. Для формирования правильных решений при организации дорожного движения необходимо знать интенсивность движения транспорта на тех перекрестках и транспортных узлах города, где возникают заторовые ситуации. Для этого необходимо провести локальные обследования наиболее загруженных перекрестков и транспортных узлов.

Таким образом, обследование и анализ интенсивности дорожного движения были проведены на перекрестке ул. Академика Губкина-Проспект Победы (рисунок 1).

Целями проведения натурного обследования транспортного планирования (ТП) являются:

- 1) определение закономерностей изменения интенсивностей ТП;

2) определение состава транспортного потока (ТП) (доли подвижного состава пассажирского транспорта с разбиением на категории, грузового транспорта различной грузоподъемности, легкового транспорта);

3) определение закономерностей движения различных видов транспорта по УДС:

- временные закономерности (распределение интенсивности движения транспорта в течение недели, рабочего дня, выходного дня и т.д.).

4) определение закономерностей распределения ТП на пересечениях и примыканиях (определение преобладающих маневров с целью выявления основных маршрутов движения транспортных средств).

Результаты проведенных обследований в часы пик интенсивности движения и состава ТП были занесены в программу «AIMSUN» с целью создания адекватной транспортной модели, отражающей реальную транспортную ситуацию на территории рассматриваемого участка. Результаты моделирования показали, что наиболее загруженным участком на обследуемой УДС является пересечение ул. Академика Губкина-Проспект Победы.

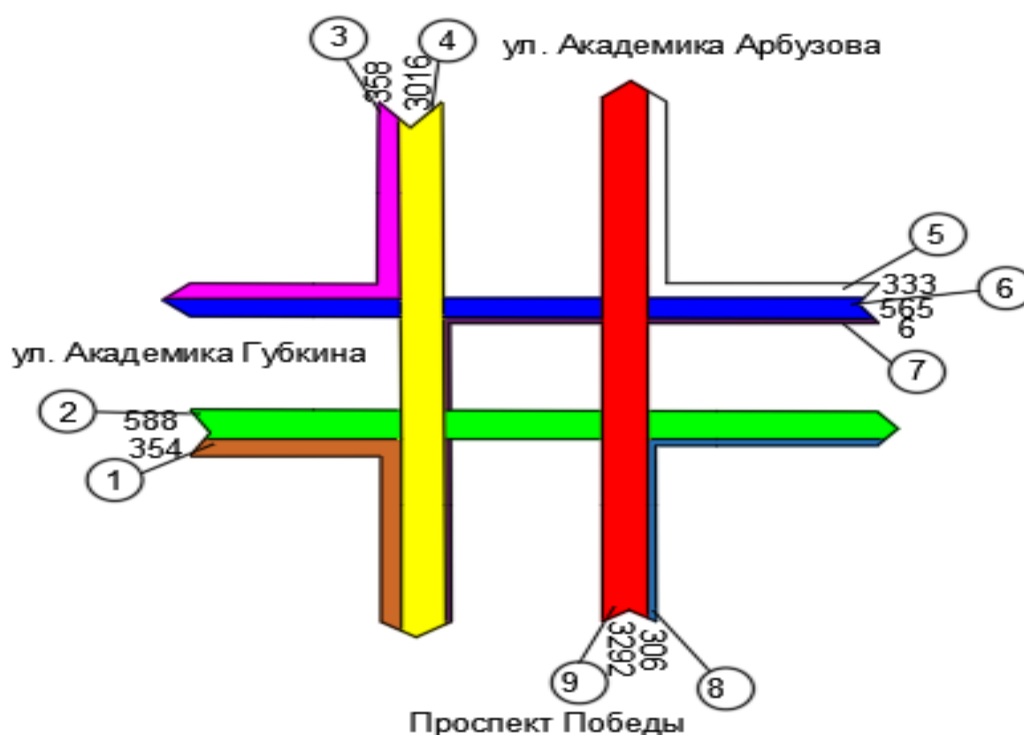


Рис. 2. Картограмма

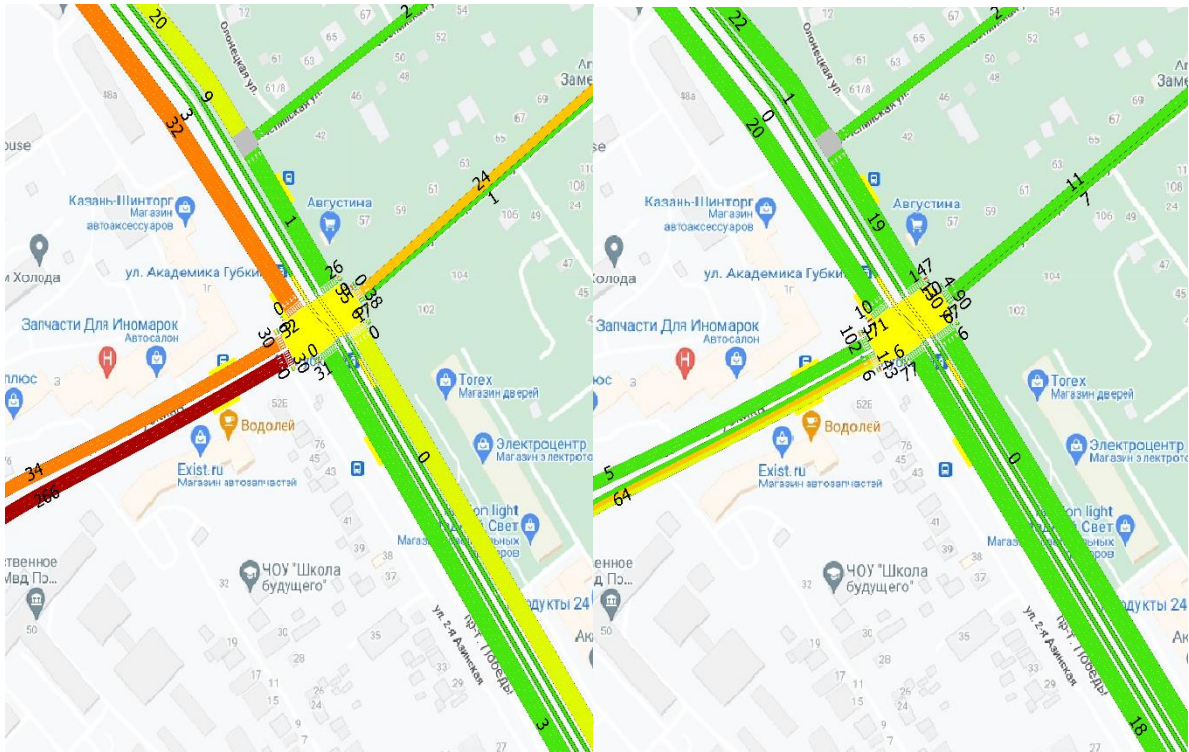
На основе результатов обследования интенсивности движения были построены следующие имитационные модели транспортного движения:

- существующая модель организации движения (рисунок 3);
- совершенствованная модель (рисунок 4).

Данные модели отражают ситуацию при развитии территории и отсутствии дополнительных мер по организации движения.

а.

б.



В.

Г.

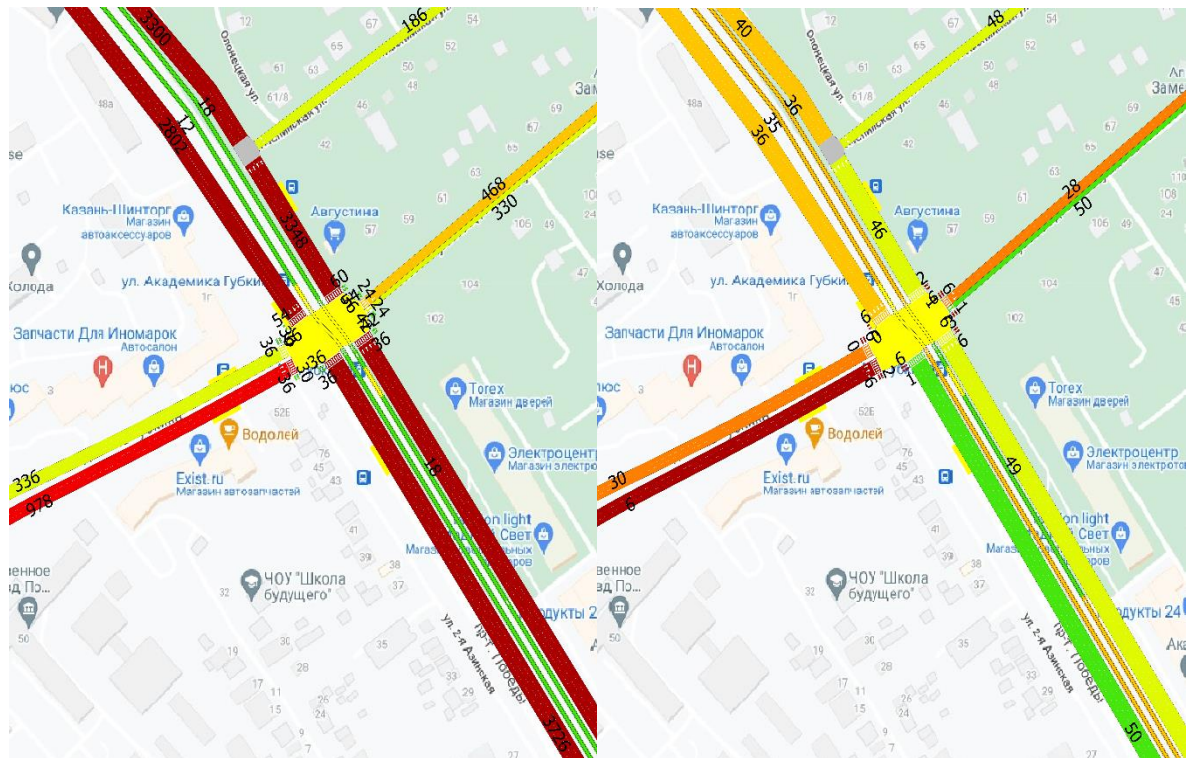


Рис. 3. Данные существующей модели (а - время задержки, б - плотность, в - поток, г - скорость)

а.

б.

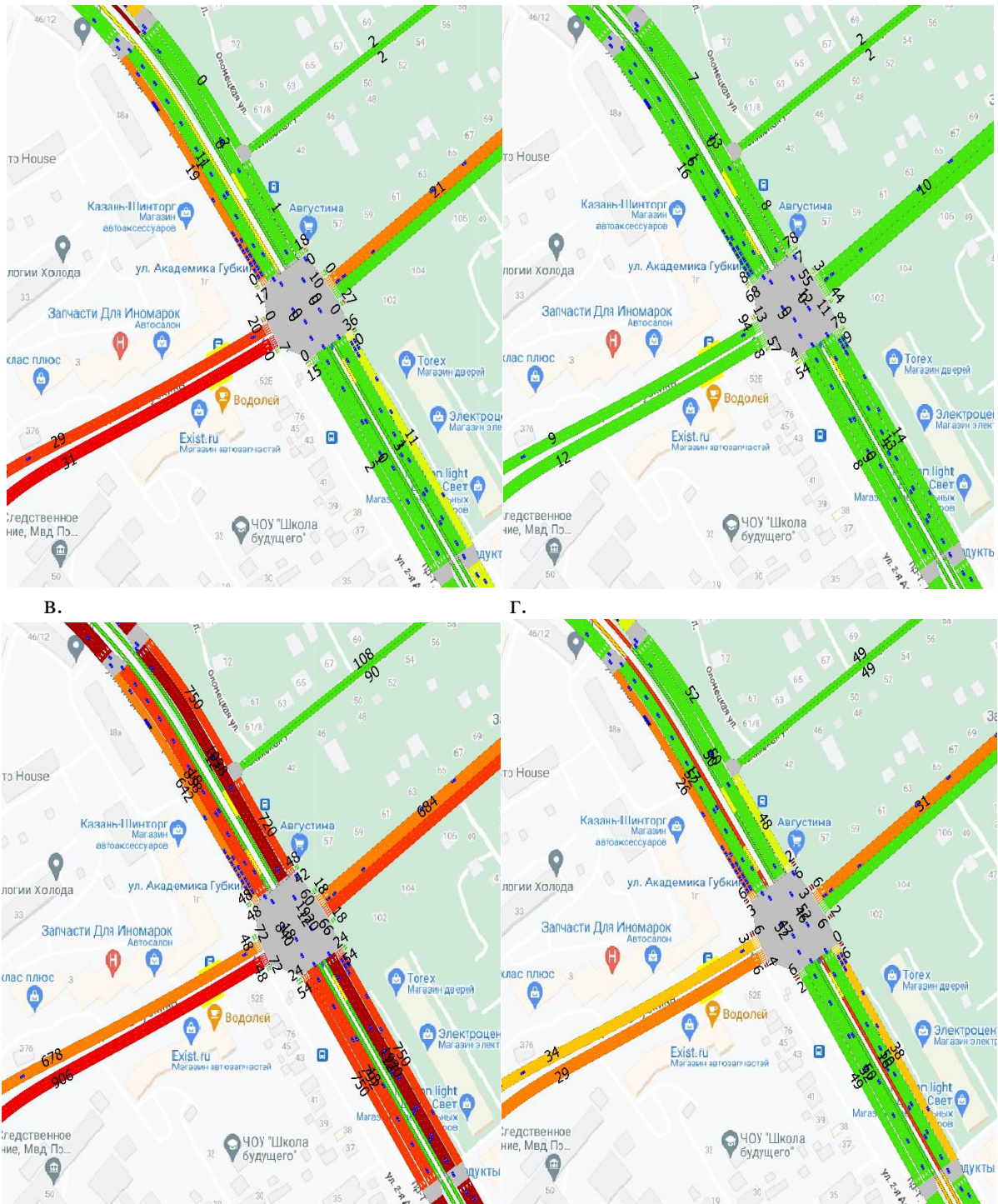


Рис. 4. Данные усовершенствованной модели (а - время задержки, б - плотность, в - поток, г - скорость)

Результаты моделирования были сведены в таблицу 1 для сравнительного анализа.

Таблица 1

Сравнительный анализ сети

Параметры	Существующая ситуация	Улучшенный вариант	
		Значение	%-ое соотношение

Время в пути Сек/км	291,43	248,41	-14,78
Время задержек Сек/км	159,8	107,02	-33,03
Время остановки Сек/км	201,82	151,04	-25,16
Поток Трансп ср- в/ч	9002	7552	-16,11
Скорость Км/ч	33,59	42,22	20,44

По таблице видно, что после улучшения транспортной обстановки:

- время в пути снижается на 14,78 %,
- время задержек снижается на 33,03%,
- время остановок снижается на 25,16%
- скорость увеличивается на 20,44%.

Для улучшения организации дорожного движения (ОДД) в перекрестке ул. Академика Губкина-Проспект Победы предлагается изменение схемы ОДД, которое подразумевает строительство туннеля, автомобильной дороги, соединяющую Проспект Победы - трассой М-7. Предполагается, что на подходах к построенному туннелю с каждой стороны будет дорога с 6 полосами движения в каждом направлении (с учетом трамвайных путей). Обзор карты «красных линий» (рисунок 1) показал, что территории для возведения предлагаемых объектов достаточно.

Для наглядности усовершенствованный перекресток приведен в рисунке 4.

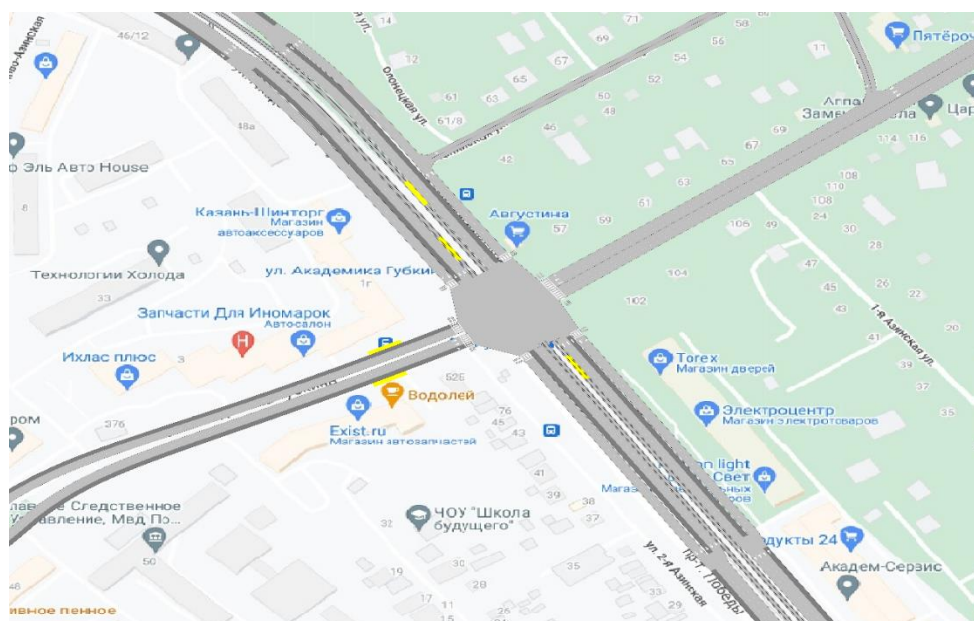


Рис. 5. Усовершенствованная схема перекрестка

Таким образом, для решения проблемы ОДД перекрестка были предложены следующие проектные решения (рисунок 5):

1. Реконструкция перекрестка, со строительством туннеля для снижения количества конфликтных точек, повышения пропускной способности.

2. Строительство дороги, которая соединит Проспект Победы и трассу М-7 для снижения интенсивности движения на Проспекте Победы и уменьшения затрат времени для выезда на трассу).

3. Строительство на подходах к перекрестку по 6 полос движения в каждом направлении (с учетом трамвайных путей) для оптимизации пропускной способности и ОДД.

Предложенные мероприятия целесообразны и обеспечат высокий уровень безопасности и оптимизируют пропускную способность узла.

Библиографический список:

1. Andronov R.V. Reconstruction of regulated intersections of the street-road network of a large city based on studies of traffic congestion. Omsk, SibADI, 2012. С. 35-37.

2. Zagidullin R.R., Dautov F.M. Study of the parameters of the traffic flow in the southern part of the Moscow region of the city of Kazan in the context of the reconstruction of the transport system: Proceedings of the III Intern. scientific-practical. conf. Modern problems of life safety: present and future / NCBZhD. Kazan, 2014. С. 596-603.

3. Yakimov M.R. Transport planning: creation of transport models of cities / M.R. Yakimov. – М.: Logos. –188 с.

4. Kripak M.N., Lebedeva O.A. Assessment of the state of the street and road network of a large city // Modern technologies. System analysis. Modeling. - Irkutsk, 2016. - Number 3 (51). – С. 171–174.

Mingazov K.K. Transport planning of intersections in the city of Kazan

УДК 661.91-403.3:625.748.54

ПРОБЛЕМЫ РАЗВИТИЯ ИНФРАСТРУКТУРЫ КОМПРИМИРОВАННОГО ПРИРОДНОГО ГАЗА В КАЧЕСТВЕ МОТОРНОГО ТОПЛИВА В Г. ВОЛГОГРАД

Мишаткин Д.Д. (гр. ТЭРА-2н)

Научный руководитель – канд. техн. наук, доцент Захаров Е.А.

Волгоградский государственный технический университет

Компримированный природный газ (КПГ) в качестве моторного топлива является актуальным и одним из наилучших решений по улучшению экологической обстановки в стране и мире, а также по замене невозобновляемых традиционных видов топлива, зависящих от нефти. Однако, несмотря на все меры стимулирования, данная отрасль развивается в России недостаточными темпами. В данной статье рассмотрены существующая ситуация в отрасли КПГ в качестве моторного топлива в городе Волгоград.

Compressed natural gas (CNG) as a motor fuel is relevant and one of the best solutions to improve the environmental situation in the country and the world, as well as to replace non-renewable traditional fuels dependent on oil. However, despite all the incentive measures, this industry is developing in Russia at an insufficient pace. This article discusses the current situation in the CNG industry as a motor fuel in the city of Volgograd.

Губернатором Волгоградской области Бочаровым А.И. было подписано постановление об утверждении региональной программы «Газификация жилищно-коммунального хозяйства, промышленных и иных организаций Волгоградской области на 2017-2021 годы», в результате которых ожидалось строительство 11 автомобильных газонаполнительных компрессорных станций (АГНКС), а также перевод 2108 единиц транспортных средств (ТС) на природный газ к 1 января 2022 года [1]. Также в регионе действует постановление №258-п от 7 мая 2020 года [2], согласно которому юридическим лицам и индивидуальным предпринимателям возможно получить субсидию на строительство АГНКС на территории Волгоградской области. Также с каждым годом растет уровень потребления КПП. По данным ПАО «Газпром» за 2020 год на территории РФ было реализовано 1 093 млн. м³ природного газа, из них 77% (842,4 млн.м³) реализовано компанией ПАО «Газпром» [3].

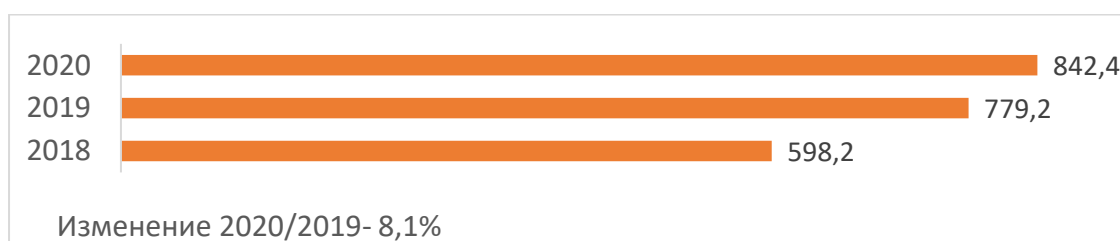


Рис. 1. Объем реализации КПП с АГНКС Группы Газпром и ООО «Газпром газомоторное топливо» в России, млн. м³.

Однако не смотря на все меры поддержки, на территории г. Волгоград располагается лишь 6 станций АГНКС и действуют 2 передвижных автомобильных газозаправщиков (ПАГЗ) [4], [5]. При этом, имеющееся количество АГНКС на данный момент с трудом способно удовлетворить спрос на КПП крупных автотранспортных предприятий (АТП). В их число входят пассажирские автотранспортные предприятия (ПАТП), компании, совершающие грузовые и пассажирские перевозки, парки такси, транспорт дорожных и коммунальных служб. По итогам 2020 года перевозка пассажиров осуществлялась 101 городским автобусным маршрутом [4]. На момент начала 2022 года в г. Волгоград перевозка осуществляется 40 городскими маршрутами автобусов [6]. Также существует спрос среди частных автовладельцев. Расположение крупных АТП, а также АГНКС указаны на рисунке 1.

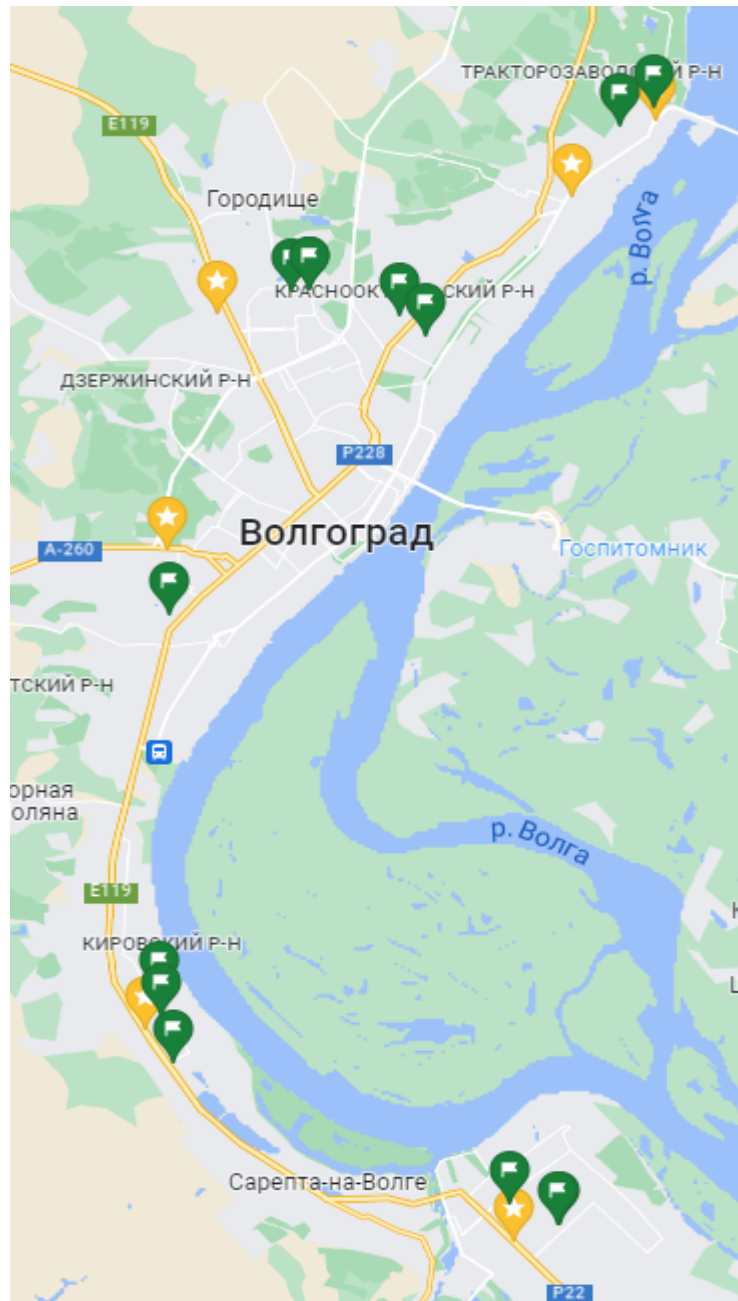


Рис. 2. Расположение крупных АТП (зеленая метка, флаг) и АГНКС (желтая метка, звезда) на территории г. Волгоград.

С помощью системы GIS «Яндекс. Карты» было также подсчитано среднее количество автобусов на линии на наиболее загруженных и протяженных маршрутах. Данные представлены на рисунке 3.

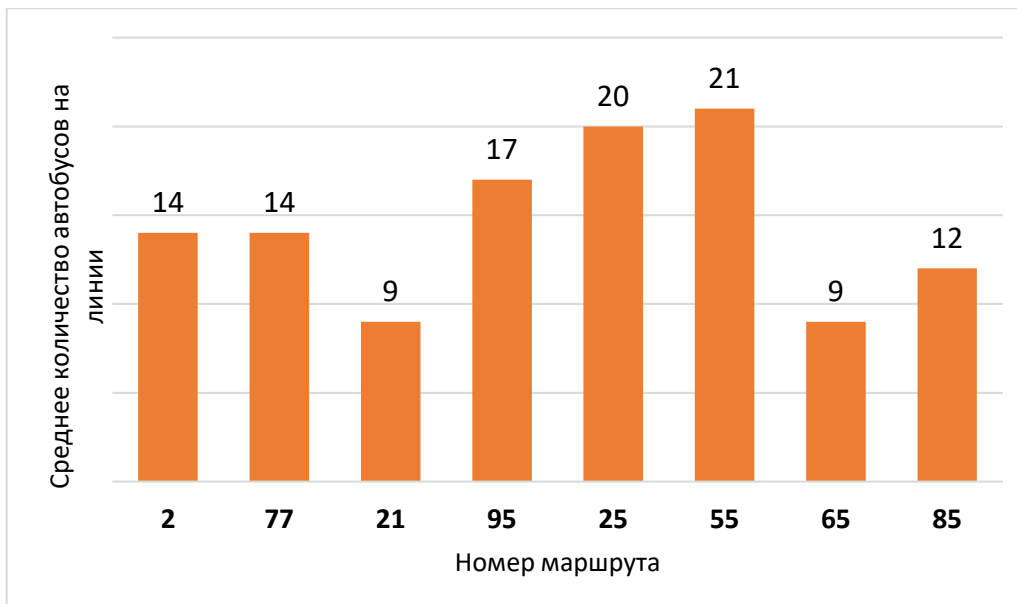


Рис. 3. Среднее количество автобусов на линии

При этом стоит учитывать особенности заправки транспортных средств компримированным природным газом- время заправки для них больше, чем для ТС, работающих на традиционных видах топлива. Так, среднее время заправки КПП наиболее распространенного на маршрутах общественного транспорта автобуса ЛиАЗ-5292 составляет 16,26 минуты, при общем времени нахождения на заправке 18,5 минут. Замеры проводились на АГНКС «Волгоград Автогаз» по адресу ул. Домостроителей 15А.

Исходя из этого, было подсчитано среднее время нахождения на заправке всех автобусов, находящихся на линии ежедневно. Данные представлены на рисунке 4.

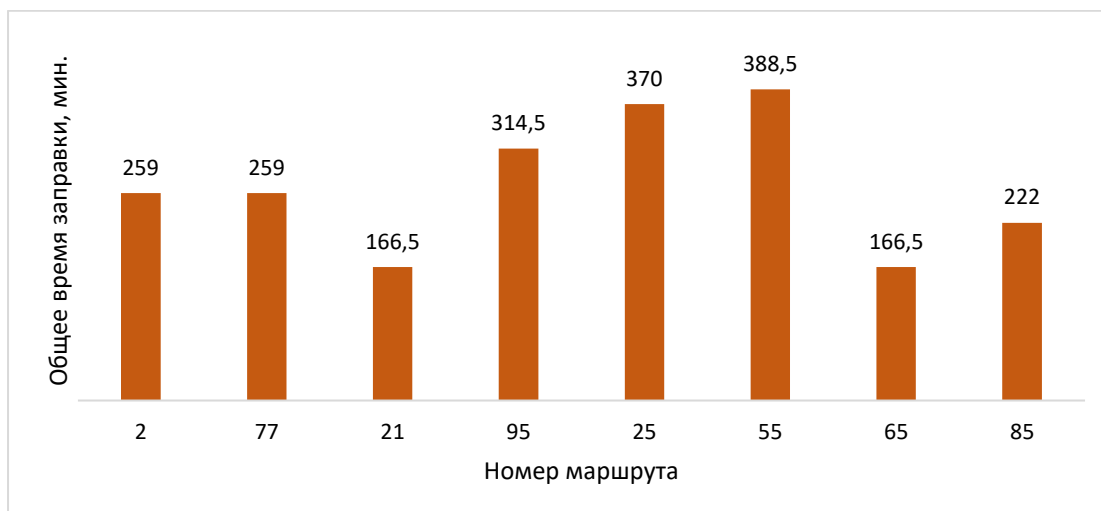


Рис. 4. Общее время заправки всех автобусов маршрута

Таким образом, стоит учитывать данное количество автобусов, которым необходима ежедневная заправка КПП, которая проходит длительнее традиционных видов топлива, и, если необходимо заправить сразу несколько таких автобусов, возникают длительные очереди, зависящие от количества работающих колонок на заправке и количества одновременно

отправленных на заправку автобусов. Помимо этого, значительная часть автомобилей в таксопарках использует КППГ в качестве моторного топлива. Так, среднее время заправки легкового автомобиля из таксопарка составляет 4,45 минуты.

С учетом вышеперечисленных факторов, можно сделать вывод, что существующая инфраструктура компримированного природного газа с трудом справляется с обслуживанием транспортных средств. Наблюдается значительная разрозненность сети, малое количество заправочных станций, а также недостаточная мощность существующих станций, из-за чего в часы высокой нагрузки могут образовываться заторы на АГНКС и время ожидания резко возрастает. Так же, очевидно, что существующая инфраструктура АГНКС не готова к повсеместному переходу ТС на КППГ, поскольку не способна удовлетворить возрастающий спрос. В то же время это является препятствием на пути перехода ТС на КППГ. Проблема развития инфраструктуры КППГ комплексная. Автовладельцы и частные предприятия не переводят свои ТС на КППГ из-за недостаточной развитости инфраструктуры, и, напротив, развитие инфраструктуры КППГ тормозит недостаточное количество потребителей природного газа.

Библиографический список:

1. Постановление Губернатора Волгоградской области от 21.11.2017 №769 (ред. От 28.10.2021) «Об утверждении региональной программы «Газификация жилищно-коммунального хозяйства, промышленных и иных организаций Волгоградской области на 2017-2021 годы»». - 23.11.2017.- Ст. 39
2. Постановление администрации Волгоградской области от 07. 05.2020 № 258-п «Об утверждении Порядка предоставления из областного бюджета субсидий юридическими лицам и индивидуальным предпринимателям, реализующим инвестиционные проекты по строительству объектов заправки транспортных средств природным газом, на компенсацию части затрат по строительству таких объектов». - 08.05.2020.- Ст. 12.
3. Годовой отчет ПАО «Газпром» за 2020 год/ Публичное акционерное общество «Газпром». - Москва, 2021. – Ст. 246.
4. Комитет жилищно-коммунального хозяйства Волгоградской области [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://gkh.volgograd.ru> (дата обращения: 15.02.2022)
5. Карта АГНКС России [Электронный ресурс]. - Режим доступа: https://agnks.com/agnks_map/34/ (дата обращения: 17.04.2022).
6. Справочник по транспорту [Электронный ресурс].- Режим доступа: <https://wikiroutes.info/ru/> (дата обращения: 20.04.2022)

Mishatkin D.D. Problems of the development of compressed natural gas infrastructure as a motor fuel in Volgograd

**ПОВЫШЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ ДОРОЖНОГО ДВИЖЕНИЯ
ЗА СЧЕТ ИЗМЕНЕНИЯ ИНТЕНСИВНОСТИ ДВИЖЕНИЯ
ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ В СИСТЕМЕ ГОРОДСКОГО
ПАССАЖИРСКОГО ОБЩЕСТВЕННОГО ТРАНСПОРТА**

Огар Т.П.

Научный руководитель – д-р техн. наук, доцент Степанченко И.В.

*Камышинский технологический институт (филиал) ФГБОУ ВО
Волгоградский государственный технический университет*

Рассмотрены способы повышения безопасности дорожного движения. Предложен метод поддержки принятия решений об изменении интенсивности движения транспортных средств в системе городского пассажирского общественного транспорта, который позволяет снизить уровень загрузки городских автомобильных дорог. Продемонстрирована работа метода для маршрута R города C .

The ways of improving road safety are considered. A method is proposed to support decision-making on changes in the traffic intensity of vehicles in the urban passenger public transport system, which reduces the level of loading of urban highways. The operation of the method for the route R of the city C is demonstrated.

Согласно Методическим рекомендациям по работе органов управления и сил Единой государственной системы предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций, вызванных заторами на федеральных автомобильных дорогах (от 20.08.2020 N 2-4-71-19-11), существуют 6 основных факторов, оказывающих влияние на безопасность движения на автомобильных дорогах [1]. Одним из наиболее значимых факторов является уровень загрузки дорог движением транспортных средств (далее – ТС). Данный показатель рассчитывается по формуле:

$$LR = \frac{intes}{corac} \quad (1)$$

где $intes$ – интенсивность движения ТС (количество ТС, проходящих определенную отметку на дороге за установленный интервал времени), $corac$ – пропускная способность рассматриваемого участка дорожного покрытия (максимальное значение количества ТС, которое может пересечь заданный участок дороги за указанный интервал времени при отсутствии возмущающего воздействия).

Для повышения уровня безопасности дорожного движения фактор LR должен стремиться к минимуму, чего можно добиться двумя способами:

– Увеличением пропускной способности дорог, например, за счет добавления новой полосы дорожного покрытия. Для этого необходимо вносить изменения в инфраструктуру города. Подобные меры влекут за собой значительные финансовые затраты. Помимо этого, согласно Парадоксу Браеса, при увеличении мощностей сети, при условии, что перемещение объектов (в данном случае – транспортных средств) по сети хаотично (т.е. нет задающего воздействия на объекты), общая

производительность сети может снижаться. Данный парадокс в транспортной сети обуславливается человеческой природой. Также на снижение пропускной способности дорог влияет рост уровня автомобилизации населения.

– Вторым способом минимизации уровня загрузки дорог является снижение интенсивности движения ТС. Для этого существуют различные методы, такие как регулировка общего потока ТС с помощью светофоров, введение платных участков дорожного покрытия [2]. Автором статьи предлагается метод поддержки принятия решений об изменении интенсивности движения транспортных средств в системе городского пассажирского общественного транспорта (далее – Метод). Данный Метод позволит снизить интенсивности движения пассажирского общественного транспорта в периоды рабочего дня, когда их движение по участкам маршрутной сети неоправданно.

Работа Метода основана на данных, получаемых в результате проведения экспериментов над моделью генерации данных о пассажиропотоках на остановках системы городского пассажирского общественного транспорта (далее – Модели), описанной в [3]. В рамках предлагаемого Метода:

1. Проводится оценка экономической эффективности каждого маршрута транспортной сети отдельно.

2. Для каждого маршрута определяется почасовой поток пассажиров в течении рабочего дня по данным, полученным при моделировании. В модели учитываются паттерны транспортного поведения, присущие пассажирам исследуемого города, что позволяет с высокой точностью генерировать данные о корреспонденциях пассажиров между остановками общественного транспорта [4].

3. Проводится почасовая оценка соответствия количества ТС, выпускаемых на маршрут, спросу на пассажирские перевозки (количества человек, приходящих на остановки общественного транспорта маршрута). На рисунке 1 представлен пример сопоставления текущего выпуска ТС на линию по маршруту R (суммарное количество мест в транспортных средствах в час, в зависимости от их вместимости) города C и спроса на перевозки по маршруту:

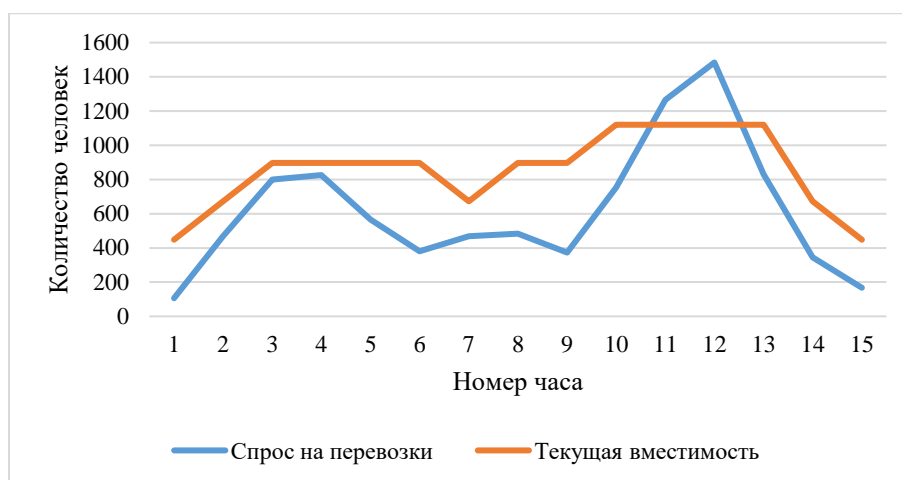


Рис. 1. Оценка удовлетворенности спроса на перевозки пассажиров

Рисунок иллюстрирует, что подобное распределение транспортных средств на маршруте нецелесообразно. Для часов работы маршрутной сети 0-10, 13-15 наблюдается избыток мест в транспортных средствах. Для 11-го и 12-го часов не обеспечивается удовлетворение спроса на перевозку пассажиров. Подобная ситуация влечет за собой негативные последствия для транспортной компании. Наблюдается слабая заполняемость транспортных средств на маршруте, следовательно, не достигается максимально-возможная прибыль от перевозки пассажиров. При этом, расходуются лишние средства на обеспечение рейсов ТС. Излишняя частота движения ТС на маршруте увеличивает нагрузку на транспортную сеть. Негативные последствия можно снизить за счет перераспределения транспортных средств по часам рабочего дня.

4. Определение интенсивности движения транспортных средств происходит по следующему алгоритму (рисунок 2):

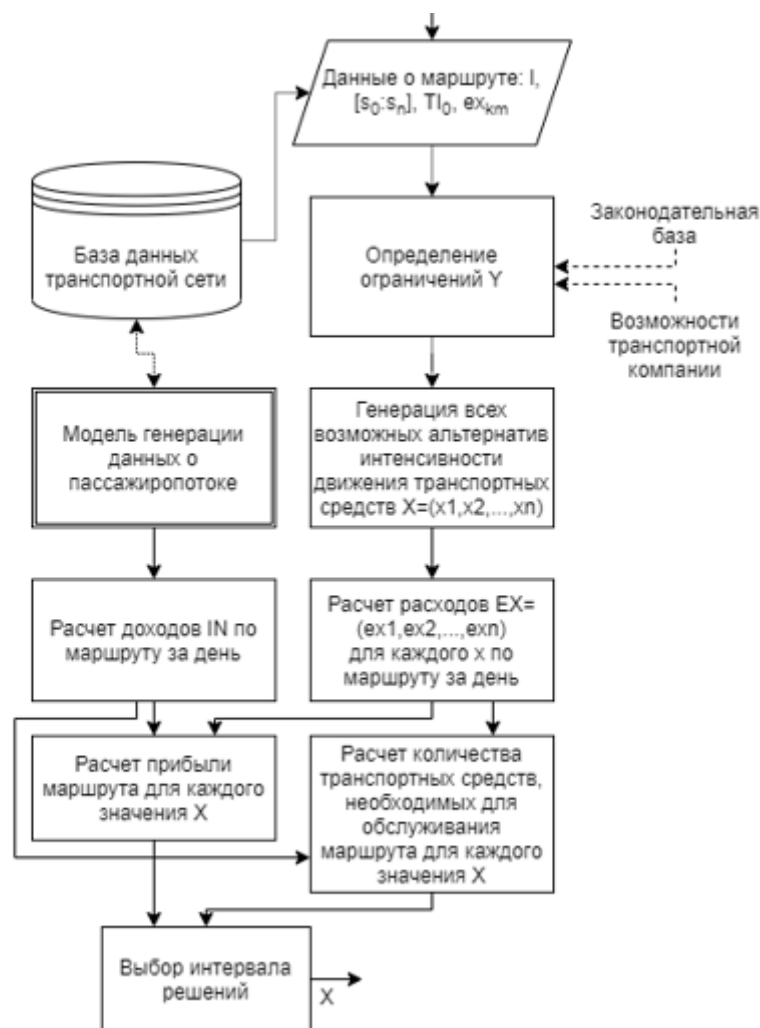


Рис. 2. Алгоритм генерации решения об интенсивности движения транспортных средств

где l – длина маршрута, $[s_0:s_n]$ – массив остановочных пунктов маршрута, TI_0 – текущее значение интенсивности движения транспортных средств на маршруте, ex_{km} – расходы на передвижение ТС по маршруту на 1 км.

При перераспределении транспортных средств по часам рабочего дня маршрута необходимо учитывать следующие ограничения:

– Количество транспортных средств, выпущенных одновременно на линию не может превышать максимально-допустимое значение, регламентируемое транспортной компанией (в зависимости от подвижного состава).

– Интервал движения ТС на маршруте не может быть ниже значения, устанавливаемого нормами законодательства для маршрута заданной длины.

Для рассматриваемого примера сгенерированное решение имеет вид (рисунок 3):

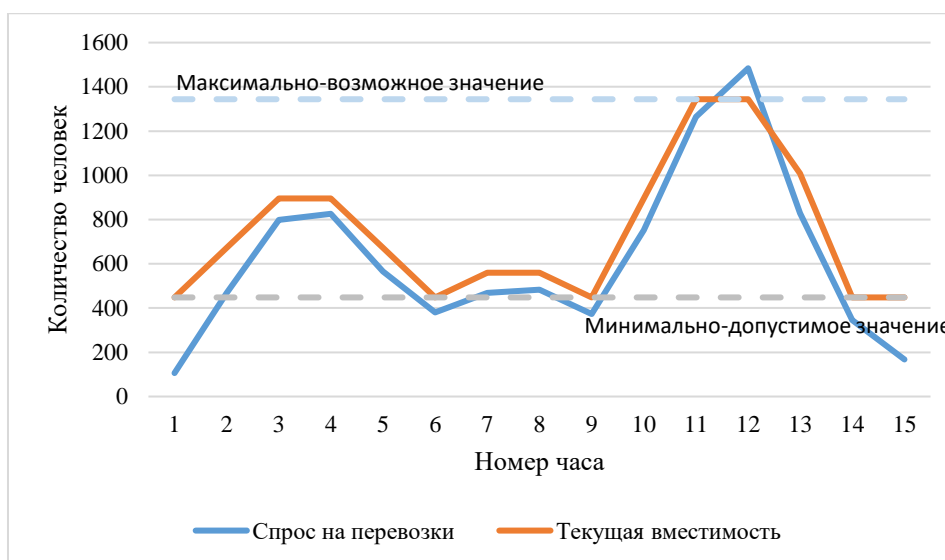


Рис. 3. Пример перераспределения ТС по часам рабочего дня

На графике пунктирными линиями отмечены ограничения, накладываемые на выбранный маршрут.

5. Далее происходит оценка полученного решения X. Разработанное решение подразумевает изменение количества и типа транспортных средств на линии. Критерием эффективности выбранного решения является рентабельность перевозки пассажиров по выбранному маршруту.

Для рассмотренного примера рентабельность перевозки пассажиров увеличилась на 3,7%. При этом, интенсивность движения ТС по маршруту за единицу времени = 1 день снизилась на 14%. Проверка метода подтвердила возможность его применения для повышения безопасности дорожного движения на автомобильных дорогах городов.

Благодарности

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 20-37-90150.

Acknowledgments: The reported study was funded by RFBR, project number 20-37-90150.

Библиографический список:

1. Методические рекомендации по работе органов управления и сил РСЧС по предупреждению и ликвидации чрезвычайных ситуаций, вызванных заторами на федеральных автомобильных дорогах (утв. МЧС России 20.08.2020 N 2-4-71-19-11)

2. Кадыров А. С., Токашева Н. С. Анализ и предложения по проблеме устранения автомобильных пробок (дорожных заторов) // МНИЖ. 2014. №3-2 (22). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/analiz-i-predlozheniya-po-probleme-ustraneniya-avtomobilnyh-probok-dorozhnyh-zatorov> (дата обращения: 07.05.2022).

3. Detection of the Patterns in the Daily Route Choices of the Urban Social Transport System Clients Based on the Decoupling of Passengers' Preferences Between the Levels of Uncertainty / E. G. Krushel, I. V. Stepanchenko, A. E. Panfilov, T. P. Lyutaya // Creativity in Intelligent Technologies and Data Science : Third Conference, CIT&DS 2019 Volgograd, Russia, Volgograd, 16–19 сентября 2019 года / Editors: A. Kravets, P. Groumpos, M. Shcherbakov, M. Kultsova. – Volgograd, 2019. – P. 175-188. – EDN VZHIZF.

4. Оценка пригодности модели перемещения пассажиров между остановками городского пассажирского общественного транспорта для выявления скрытых

закономерностей поведения пассажиропотока / Е. Г. Крушель, Т. П. Огар, А. Э. Панфилов [и др.] // Инженерный вестник Дона. – 2021. – № 4(76). – С. 180-193. – EDN OHRDDK.

Ogar T.P. Improving road safety by changing the traffic intensity of vehicles in the urban passenger public transport system

УДК 656.13

МНЕНИЕ ВОЛГОГРАДСКИХ СТУДЕНТОВ О БЕЗОПАСНОСТИ ГОРОДСКОГО ОБЩЕСТВЕННОГО ТРАНСПОРТА

Петрунева Ю.В.

Волгоградский государственный технический университет

Городской пассажирский транспорт занимает важное место в жизни города-миллионника, которым является Волгоград. Транспортная сеть Волгограда сформировалась с учетом его географической протяженности. В статье охарактеризован общественный транспорт Волгограда, проанализирован пассажиропоток и дорожно-транспортные происшествия (ДТП) в городской черте за последние годы. Студенты являются наиболее мобильной категорией молодежи, т.к. они составляют около 20% всего пассажиропотока города; по этой причине мнение студентов относительно безопасности общественного транспорта в нашем городе-миллионнике является важным обстоятельством при планировании пассажиропотоков. В статье представлены данные онлайн-опроса студентов бакалавриата и магистратуры вузов Волгограда с использованием google-формы; на основе проведенного анализа выявлены основные условия повышения безопасности общественного транспорта в городе.

Urban passenger transport occupies an important place in the life of the million-plus city, which is Volgograd. The transport network of Volgograd was formed taking into account its geographical extent. The article describes the public transport of Volgograd, analyzes the passenger traffic and traffic accidents in the city in recent years. Students are the most mobile category of youth, because they make up about 20% of the city's total passenger traffic; for this reason, the opinion of students regarding the safety of public transport in our million-plus city is an important factor in planning passenger traffic. The article presents data from an online survey of undergraduate and graduate students of universities in Volgograd using a google form; based on the analysis, the main conditions for improving the safety of public transport in the city were identified.

Введение

Городской пассажирский транспорт является важным элементом в жизнедеятельности больших городов - особенно городов с миллионным населением, одним из которых является Волгоград, развитие территорий которого невозможно представить без соответствующей транспортной инфраструктуры.

Нестандартная форма Волгограда и протяженность почти на 100 км вдоль Волги определила специфическое строение его дорожной схемы.

В городе функционируют три продольные магистрали: из них самыми загруженными являются 1-я и 2-я магистрали, поскольку связывают все районы города между собой и по которым передвигается городской общественный транспорт. 0-я и 3-я продольные магистрали выполняют функции рокадной и объездной дорог.

Исторически самой развитой в городе является автобусная транспортная система, организованная еще в 1931 году согласно действующим в СССР стандартам, которые предусматривали подвоз работников к крупным предприятиям города. В некоторых случаях организовывались пересадочные хабы, особенно с вводом в строй скоростного трамвая.

С целью совершенствования работы общественного транспорта в 2016 году в Волгограде началась перестройка транспортной схемы города, которая, все еще не закончилась. Главная задача, – это повышение доступности общественного транспорта для жителей всех районов города на основе сохранения и оптимизации существующей сегодня маршрутной сети, а также открытие новых маршрутов для отдаленных территорий города.

В 2020 году центр компетенций в области моделирования транспортных потоков и транспортного планирования SIMETRA (ООО «А+С Транспроект») провел исследование по изучению качества транспортного обслуживания населения 60 крупных городов РФ. Оценка производилась по пяти группам показателей: физическая доступность, ценовая доступность, эффективность транспортной системы, комфорт и удобство, безопасность и устойчивость развития. По этим показателям в 2021 году Волгоград занял 9 место среди 15 городов с населением более 1 млн человек (Рейтинг городов России ... web).

Общественный транспорт Волгограда

Рост города по численности населения приводит к росту в геометрической прогрессии объемов пассажиропотока и, как следствие, к росту его мобильности (среднее количество передвижений, приходящихся на одного жителя) и увеличению средней дальности поездки каждого пассажира (Груничев 2013).

Так, например, по данным Территориального органа федеральной службы государственной статистики по Волгоградской области (Волгоградстата) (Статистический ежегодник ... 2021) пассажиропоток только по городу Волгограду за пять лет возрос в 1,9 раза! Если в 2016 году городскими автобусами было перевезено 28319,4 тыс. пассажиров, то в 2020 – уже 53921,7 тыс. человек. При этом необходимо отметить, что численность автопарка городского пассажирского транспорта не увеличилась, а уменьшилась за этот же период на 1,11 %. Несмотря на то, что за последние пять лет население города уменьшилось более чем на 31 000 человек, пассажиропоток при этом увеличился. Следовательно, люди стали больше перемещаться по городу.

При этом значительная часть городского транспорта – в данном случае автобусного парка – экологически и технически устарела. Волгоград в этом отношении не является исключением для России. Например, в Иркутске износ общественного транспорта составляет 86 %, в Орске 100 %, износ троллейбусного парка в Новосибирске превышает 90 %, на конец 2014 г. износ подвижного состава волгоградских трамваев составил 97 %,

троллейбусов – 81% и т.д. По данным уже упомянутого исследования SIMETRA возраст троллейбусного парка г. Волгограда (197 машин) составляет 19 лет, трамваев – 34 года (328 вагонов), автобусов – более 10 лет (1244 машины).

Техническое состояние физически изношенных транспортных средств играет большую роль в возникновении опасных ситуаций на дороге и провоцировании дорожно-транспортных происшествий.

Ежегодно в Волгоградской области в результате ДТП погибают или получают ранения сотни человек. За 2013-2015 годы на дорогах Волгоградской области произошло 8040 ДТП, в результате которых погибло 1229 человек. При этом в Волгоградской области наблюдается тенденция на снижение общего количества ДТП (2013 год – 2860, 2014 год – 2665, 2015 год – 2515, 2020 год – 2443) и количества погибших (2013 год – 444, 2014 год – 440, 2015 год – 345, 2020 год – 308).

По данным из открытых источников в таблице 1 приведены основные сведения о ДТП в 2020 году на дорогах крупнейших субъектов Южного федерального округа; в таблице 2 приведен анализ ДТП.

Таблица 1

Основные сведения о ДТП в городах ЮФО в 2020 году

Город	Количество жителей, чел.	Количество ДТП, шт.	Погибло в ДТП, чел.	Ранено в ДТП, чел.
Краснодарский край	5 683 947	6360	829	8016
Ростовская область	4 181 486	2351	426	2842
Волгоградская область	2 474 600	2443	308	3154
Волгоград (по данным 2018 года)	1 004 000	1093	61	1402

Таблица 2

Анализ ДТП в городах ЮФО в 2020 году

Город	Количество жителей, чел.	Количество ДТП в расчете на 1000 чел.	Погибло чел. в расчете на 1 ДТП	Ранено чел. в расчете на 1 ДТП
Краснодарский край	5 683 947	1,1	0,13	1,26
Ростовская область	4 181 486	0,56	0,18	1,21
Волгоградская область	2 474 600	0,99	0,13	1,29
Волгоград (по данным 2018 года)	1 004 000	1,1	0,06	1,28

Из приведенных данных видно, что в Волгоградской области проблема безопасности на дорогах стоит весьма остро. Частота ДТП примерно такая же, как в Краснодарском крае, хотя плотность населения в Волгоградской области распределена весьма неравномерно по территориям и составляет в среднем всего 21,92 человека на кв. км, а в Краснодарском крае составляет 75,3 человека на кв.км, или почти 3,4 раза выше, а в Ростовской области этот показатель составляет 41,4, что выше практически в два раза, чем в Волгоградской области. При этом следует учесть вклад федеральных трасс, проходящих через регион, в ДТП! Через Волгоградский регион проходит только одна федеральная трасса «Каспий» Р-22, в то время как через Ростовскую область пролегает 5 федеральных магистралей, через Краснодарский край – 12.

По данным (Государственная программа Волгоградской области «Развитие транспортной системы ... web) доля опорных дорог Волгоградской области, соответствующих нормативным требованиям к транспортно-эксплуатационному состоянию, не превышает 37,5 %. Очевидно, что и плотность населения, и наличие загруженных федеральных трасс провоцируют большое количество ДТП. В этом отношении Волгоградская область находится в более «спокойном» положении, однако частота дорожных происшествий примерно такая же как в Краснодарском крае. Все это свидетельствует об остроте ситуации с безопасностью на дорогах Волгоградской области и ее областного центра.

Изучение мнения студентов Волгограда

По данным (Статистический ежегодник 2021) в 2021 году в Волгограде во всех учебных заведениях СПО и ВО обучалось 228409 человек, то есть та часть молодежи, которая активно и ежедневно пользуется городским транспортом. Студенты являются наиболее мобильной категорией молодежи, совершая в день несколько поездок; поэтому общественный транспорт входит в сферу ее жизненных интересов (Р. М. Петрунева, О. А. Авдеюк, В. Д. Васильева, Д. Н. Авдеюк, Ю. В. Петрунева). Поскольку студенты составляют 22 % от всего трудоспособного населения Волгограда, мнение этой категории пассажиров заслуживает не только внимания, но и учета ее интересов. Общеизвестно, что организация обратной связи с общественностью позволяет сформировать оптимальную инфраструктуру пассажирских перевозок, интегрировать транспортные услуги и сделать их однородными и надежными (Транспортная стратегия).

Понимая, что студенты составляют более чем пятую часть всего пассажиропотока города, мы решили изучить мнение студентов относительно безопасности общественного транспорта в городе Волгограде. В свободном инициативном заинтересованном онлайн-опросе приняли участие 455 человек: из них 64,6 % составили молодые люди и 35,4 % – девушки. По курсам обучения респонденты распределились следующим образом: в бакалавриате 1 курс – 39,9 %, 2 курс – 18 %, 3 курс – 18,2 %, 4 курс – 9,9 %, 5 курс – 2,0 %, в магистратуре 1 курс – 6,4 %, 2 курс

– 6,2 %. Для сбора первичной информации был использован метод анкетирования, а именно – онлайн-опрос с использованием google-формы. [Петрунева Р.М., Петрунева Ю.В., Авдеюк О.А., Васильева В.Д., Авдеюк Д.Н. К вопросу о безопасности городского общественного транспорта в городе- миллионнике: мнение студентов города/ *Primo Aspectu*. 2022. № 1 (49). С. 23-31].

Основная масса студентов проводит в общественном транспорте значительное время по дороге в вуз: практически треть студентов (30,3 %) проводит в транспорте более 1,5 часа, немного больше (36,0 %) от 40 до 60 минут, и только 17,8 % – менее 40 минут. Между тем, согласно (СНИП 2.07.01-89 ... web) затраты времени в городах на передвижение от мест проживания до мест работы для 90 % трудящихся (в один конец) в городе с населением 1 млн человек не должны превышать 40 мин. Как видно из данных проведенного опроса, только 17,8 % студентов так «везёт». Длительное нахождение в дорожном заторе способствует накоплению так называемой транспортной усталости». При этом большая часть (35,2 %) студентов предпочитает передвигаться на автобусах, или на «перекладных» – как получится – 21,3 %, значительная часть пользуется услугами маршрутных такси (17,4 %). Троллейбус и трамвай не пользуются у студентов большой популярностью (6,6 и 4 % соответственно) – это вполне объясняется неразветвленностью магистральных маршрутов электротранспорта в нашем городе линейной планировки, низкой средней скоростью транспортного средства и практически отсутствием маневренности. Если приходится делать пересадки, то предпочтения распределились следующим образом: маршрутное такси плюс еще какой-нибудь другой вид транспорта – 28,6 %, автобус и троллейбус – 22,6 %, автобус и трамвай – 11,9 %, двумя автобусами – 2,2 %. Некоторым студентам приходится добираться до вуза тремя видами транспорта: автобусом, троллейбусом и трамваем – 8,4 %! И только 4,6 % имеют возможность беспересадочной дороги до вуза!

А в связи с изменением транспортной схемы Волгограда пассажиропоток по данным комитета городского хозяйства возрос на 20%! (Волгоградцы рассказали ... web). Это означает, что жители, в том числе и студенты, стали делать больше пересадок и тратить больше денег на проезд! Больше половины студентов отметили, что с изменением транспортной схемы стало труднее добираться в университет, так как новый маршрут для них неудобен; приходится делать больше пересадок и тратить дополнительно деньги на проезд. Часто студенты не понимают, как добраться в нужное место, так как маршруты сильно изменились, а некоторые решили пересесть на маршрутные такси (4,8 %). Таким образом, при планировании своих поездок студенты руководствуются не столько своими предпочтениями, сколько объективной необходимостью, поскольку это может быть единственный составной маршрут и вид общественного транспорта, который доставит до нужного места назначения.

При активном передвижении по городу студенческой массы большое значение приобретает вопрос безопасности общественного транспорта. По безопасности студенты выстроили городской общественный транспорт в следующей последовательности: трамвай – 44,4%, автобус – 21,8%, троллейбус – 12,3 %, маршрутное такси – 9,7 %, электрички – 5 %. Более высокая оценка безопасности автобуса в сравнении с троллейбусом, полагаем, связана с тем, что автобус студенты предпочитают в пять раз чаще, соответственно и оценивают этот вид транспорта в пять раз больше. Что касается технического состояния транспортных средств, то студенты оценивают его достаточно высоко, несмотря на большой процент физического износа. 33,6 % студентов не сталкивались на практике с поломками общественного транспорта на линии или даже не смогли припомнить такого случая, 35,4 % отмечают, что такое, если и бывает, то не чаще одного раза в неделю, и только 6,2 % опрошенных сталкиваются с этой проблемой несколько раз в неделю. Большую проблему для нашего линейного города представляют дорожные «пробки». Каждый день в них простаивают 30,1 % студентов, по 2-3 раза в неделю – 44,8 %. И только 17,1 % удается избежать этой непроизводительной траты времени (Актуальные вопросы транспортной безопасности 2017).

Мы поинтересовались мнением студентов, какие виды транспорта, по их мнению, чаще всего являются виновниками ДТП. Ни один студент не выступил обвинителем троллейбуса и трамвая, что, впрочем, вполне объяснимо. Автобус тоже не попал в число нарушителей – всего 1,5 % отметили его в списке нарушителей. В список инициаторов ДТП попали: скутеры – указали 1,1 % опрошенных, велосипедисты – 2,9 %, электросамокаты – 5,7 %, а также студенты не пощадили и пешеходов – их обвиняют в ДТП 15,2 % студентов. Лидерами по инициированию ДТП студенты считают маршрутные такси – так отметили 26,6 % опрошенных и легковые автомобили – отметили 40,9 %. А учитывая, что в 2020 году на 1000 жителей Волгоградской области приходилось 448 автомобилей – это в 9,3 раза больше, чем в СССР (то есть практически каждый второй житель является владельцем авто) (Статистический ежегодник 2021), и этот тренд развивается, то легко предположить, что дальше будет еще «интересней»!

А оптимизация кондукторов в общественном транспорте – не будем винить здесь COVID-19 – привела к тому, что водитель общественного транспорта часто сам принимает плату за проезд и выдает билетик. Мнения студентов относительно этого «новшества» разделились практически поровну. Для 29,7 % это не представляет никаких проблем, им все равно; 32,1 % отметили, что водитель, переключаясь на прием денег, отвлекается от дорожной ситуации; 6,4 % боятся ездить в транспорте без кондуктора, но выбора у них нет – 32,1 %; 27,9 % ответивших на этот вопрос, отметили, что длительность поездки увеличилась, так как транспорт дольше находится на остановочном пункте. Да и с безопасностью остановочных пунктов есть проблемы: 64,2 % отметили, что не все остановки обустроены безопасно

(маленький парковочный карман, в котором не умещается более одного транспортного средства; маленькая посадочная площадка – не все люди, ожидающие транспорт умещаются; информационные табло показывают недействительную информацию; освещение остановки плохое; асфальтовое покрытие продавлено в месте остановки; не везде бордюр в удовлетворительном состоянии и т. п.), остальные или не задумывались об этом, или их все устраивает.

Опрошенные студенты указали, при каких условиях они сделают однозначный выбор в пользу городского общественного транспорта. В этот перечень вошли следующие мнения:

- выпуск на маршруты низкопольных автобусов большой вместимости;
- оптимизация и регулировка тайминга светофоров;
- повышение освещенности городских дорог, в т.ч. во дворах;
- ремонт дорожного полотна;
- освобождение водителей от обязанности принимать плату за проезд;
- установка в салонах валидаторов для оплаты проезда;
- обеспечение стабильных маршрутов городского транспорта без бесконечных «перекраиваний»;
- уменьшение интервала движения общественного транспорта;
- стабильное расписание движения и соблюдение заявленных интервалов;
- обеспечение работы в общественном транспорте кондиционеров в летнее время и обогрева в зимнее время;
- удобное расположение остановочных пунктов;
- обеспечение чистоты в салонах общественного транспорта.

Заключение

Таким образом, сегодня стало очевидным, и наше исследование это подтверждает, что одной из главных проблем, стоящих перед городами, особенно такими как наш город-миллионник, это развитие транспортной инфраструктуры. Согласно прогнозу агентства Juniper Research в 2025 году количество поездок в общественном транспорте вырастет более, чем в 4,6 раза! И почти настолько же сократится количество поездок на личном автомобиле. Значит, главным средством передвижения горожан станет многопрофильный общественный транспорт, в инвестирование которого Федеральный проект «Модернизация общественного транспорта в городах и городских агломерациях» планирует вложить 203 млрд. руб. до 2024 года и 417 млрд. руб. в 2025-2030 гг. Может ли наш город остаться в стороне?

Библиографический список:

1. Рейтинг городов России по качеству общественного транспорта 2021 г. – Режим доступа: URL: <https://publictransport.sime.tragroup.ru/rating>
2. Груничев, А. Г. Транспортные проблемы современного города (на примере Нижнего Новгорода) / А. Г. Груничев // Современные наукоемкие технологии. – 2013. – № 8-2. – С. 281-283. – Режим доступа: URL: <https://top-technologies.ru/ru/article/view?id=32222>

3. Статистический ежегодник Волгоградская область 2020: сборник / Терр. орган Фед. службы гос. статистики по Волгоград. обл. – Волгоград: Волгоградстат, 2021. – 754 с. – Режим доступа: URL: https://volgastat.gks.ru/storage/mediabank/01_00_011220.pdf

4. Государственная программа Волгоградской области «Развитие транспортной системы и обеспечение безопасности дорожного движения в Волгоградской области». Утверждена постановлением Администрации Волгоградской области от 23 января 2017 г. № 16-п. – Режим доступа: URL: <http://pravo.gov.ru/proxy/ips/?docbody=&prevDoc=143020435&backlink=1&nd=143068381&rdk=>

5. Петрунева Р.М., Петрунева Ю.В., Авдеюк О.А., Васильева В.Д., Авдеюк Д.Н. К вопросу о безопасности городского общественного транспорта в городе- миллионнике: мнение студентов города/ *Primo Aspectu*. 2022. № 1 (49). С. 23-31

6. Актуальные вопросы транспортной безопасности: сб. материалов всерос. науч.-практич. конф. – Иркутск: ФГКОУ ВО ВСИ МВД России, 2017. – 200 с.

7. Транспортная стратегия Российской Федерации до 2030 года с прогнозом на период до 2035 года. – Режим доступа: URL: <https://mintrans.gov.ru/documents/3/1009>

8. Петрунева, Р. М. Транспортная доступность вуза в крупном городе: мнения студентов / Р. М. Петрунева, О. А. Авдеюк, В. Д. Васильева, Д. Н. Авдеюк, Ю. В. Петрунева // *Alma mater* (Вестник высшей школы). – 2021.— № 8. – С. 99-104.

9. СНИП 2.07.01-89 Градостроительство. Планировка и застройка городских и сельских поселений. – Режим доступа: URL: <https://docs.yandex.ru/docs/view?tm=1643462142&tld=ru&lang=ru&name=СП%2042.1333.0.2016%20Свод%20правил.%20Градостроительство.%20Планировка%20и%20застройк%20а%20городских%20и%20сельских%20поселений.pdf&text=снп%202.07.01-89%20с%20изменениями>

10. Волгоградцы рассказали, смогли ли привыкнуть к новой транспортной схеме. – Режим доступа: URL: <https://v1.ru/text/transport/2022/01/22/70394306/>

Petruneva Yu.V. Opinion of Volgograd students on the safety of urban public transport

УДК 625.711.4

ВЕЛОСИПЕДНЫЕ ДОРОЖКИ В ГОРОДСКОЙ СРЕДЕ: ПРОБЛЕМА ИЛИ РЕШЕНИЕ

Рожнов Е.Е. (гр. СМ-3-20)¹, Барлит О.Б. (гр. КБТ-1-18)¹,

Гофман С.Д. (гр. АД-1-21)²

Научный руководитель – канд. техн. наук, доцент Артемова С.Г.¹

¹ *Волгоградский государственный технический университет*

² *ГБПОУ "Волгоградский строительный техникум"*

Целью данной статьи является рассмотрение и анализ принципиальных преимуществ и недостатков, возникающих при проектировании и эксплуатации велодорожек в городской среде в рамках формирования основных направлений развития велоинфраструктуры.

The purpose of this article is to review and analyze the fundamental advantages and disadvantages that arise in the design and operation of cycle paths in an urban environment as part of the formation of the main directions for the development of cycling infrastructure.

Рассмотрение экологических приоритетов, экономических и физиологических достоинств велосипедов подталкивает жителей современных урбанизированных городов к переходу на новые варианты передвижения. Однако безопасность такой тенденции перехода в большинстве городов недостаточно надежна. Велосипедисты становятся участниками транспортного движения, подвергая риску не только себя, но и весь автомобильный поток. В работе изучаются проблемные аспекты, связанные с велодорожной инфраструктурой, приводится отечественный и зарубежный опыт в разработке, планировании и строительстве велосипедных дорожек, анализируется материал покрытия и конструирования велосипедного пути, рассматриваются варианты размещения путей передвижения по городу.

Учитывая наличие проблематики, разработка концепции и внедрения перехода на велосипеды, которая частично разгрузит потоки городской среды, в свою очередь улучшит экологическую обстановку в городе путём уменьшения выбросов углекислого газа за счёт сокращения пользования автомобилем, а также повысит общий уровень здоровья жителей. В настоящий момент велосипед является самым экологичным видом транспорта, процент выбросов вредных веществ в атмосферу при его использовании отсутствует. Исследования показали, что ежедневная поездка на велосипеде на расстояние в 2 км в год экономит до 150 л топлива и сокращает выброс CO₂ на 465 кг. При этом выбросы вредных примесей автомобилем достигают 85 % от общего количества загрязняющих веществ.

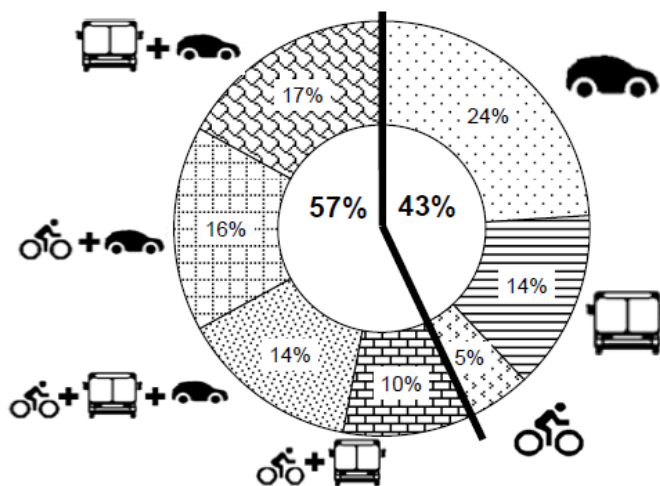


Рис. 1. Комбинирование видов транспорта для ежедневных поездок (по данным системы опросов о дорожном движении "SrV" в Дрездене, 2018 г.

Но подобная концептуальная разработка требует серьезного фундаментального подхода. Необходимо детально рассмотреть основные преимущества и недостатки внедрения велосипеда как элемента улично – дорожной сети. Также следует определить экономический эффект от реализации рассматриваемого проекта, а также использовать при анализе как уже существующий отечественный опыт, так и зарубежный опыт внедрения велосипедных дорожек.

Однако уделять внимание нужно не только велосипедным дорожкам. В городе должна развиваться велосипедная инфраструктура, то есть элементы, которые обеспечивают функционирование велотранспорта. Здесь к инфраструктуре можно отнести систему велосипедных дорожек, дорожные знаки, велопарковки, места отдыха, светофоры и пункты проката.

Особое место занимает вопрос устройства покрытия велосипедных путей. Целесообразно применять четырёхслойную технологию. Её смысл заключается в том, что само покрытие состоит из четырёх слоёв уплотнения, а именно, на уплотнённый грунт наносится слой песка, затем применяется слой щебня, на который сверху укладывается крупнозернистый асфальтобетон. Рекомендуется также использовать асфальтобетонное покрытие с добавлением резинопониуретана. При отделке поверхности использовать либо цветной асфальтобетон, либо мелкозернистый асфальтобетон и полиуретан.

При принятии решения о проектировании велодорожного маршрута необходимо опираться на существующие данные. В связи с этим, далее приведен перечень преимуществ и недостатков при эксплуатации велосипедных дорожек. В качестве достоинств необходимо отметить:

✓ *Безопасность движения.*

Велосипедные дорожки, выделенные конструктивно или разметкой, разделяют между собой поток транспортных средств и велосипедов.

✓ *Удобство передвижения.*

При грамотной организации велосипедных дорожек в пределах одного населенного пункта, велосипедисты получают возможность удобно добраться до нужного им места.

✓ *Использование для велопрогулок*

Велосипедные дорожки, отделенные от основной проезжей части дороги, могут использоваться для велопрогулок и поддержания здорового образа жизни.

✓ *Экологическая безопасность*

Как уже упоминалось ранее, использование велосипеда позволяет снизить уровень загрязнения окружающей среды.

В качестве недостатков следует выделить:

➤ *Сложность встречного разъезда*

Велосипедные дорожки имеют ширину не более 1,5 метров. Ширина руля горного велосипеда 60-80 см. Если места достаточно, то встречный разъезд проблем не вызывает, т.к. каждый из велосипедистов может высунуть правую часть руля за пределы дорожки.

Но если вплотную к дорожке растут деревья, то в этом случае разъезжаться приходится с осторожностью.

Также, например, если сбоку от велодорожки проходит автомобильная проезжая часть, то велосипедист, едущий навстречу транспортным

средствам, должен "уворачиваться" и от встречных автомобилей, и от встречных велосипедистов.

➤ *Сложность обгона*

Обгон на велосипедной дорожке выполнять еще сложнее, чем встречный разъезд. Связано это с тем, что обгоняемый велосипедист Вас не видит. Кроме того, он может ехать не по правой части велосипедной дорожки, а по ее центру. В этом случае выполнить обгон будет максимально затруднительно.

➤ *Низкая скорость передвижения*

Сложность встречного разъезда, обгонов, небольшая ширина и извилистость дорожки, необходимость уступать дорогу автомобилям приводят к тому, что скорость движения по велосипедной дорожке значительно ниже, чем по обычной дороге.

Если в городских условиях на дороге можно ехать со средней скоростью 30-35 км/ч, то на велосипедной дорожке средняя скорость падает до 10-15 км/ч.

➤ *Взаимодействие велосипедистов и пешеходов*

При отсутствии тротуаров, пешеходных дорожек, велопешеходных дорожек или обочин, а также в случае невозможности двигаться по ним пешеходы могут двигаться по велосипедной дорожке или идти в один ряд по краю проезжей части (на дорогах с разделительной полосой - по внешнему краю проезжей части).

По велосипедной дорожке могут двигаться пешеходы, что в свою очередь не является нарушением правил дорожного движения. Поскольку средняя скорость движения пешехода значительно ниже, чем средняя скорость движения велосипедиста, это создает определенные трудности.

Несомненно, постоянное использование велосипеда как транспорта и способа поддержания здорового образа жизни делает его привлекательным для жителей густонаселенных городов. В свою очередь, при проектировании и внедрении велосипедных дорожек, перечисленные недостатки возможно исключить, например, путем разделения транспортных, пешеходных и велосипедных потоков или выделения достаточного количества территории под строительство.

Также был рассмотрен существующий опыт эксплуатации велосипедных дорожек. Подобная информация позволит оценить работу велодорожной инфраструктуры.

Рассмотрим комплексную сеть велосипедных дорожек г. Альметьевска. Для компании Copenhagenize Design Co была поставлена задача спроектировать комплексную стратегию развития защищенной велосипедной сети. В итоге почти весь город был застроен велосипедными дорожками с современными элементами инфраструктуры (рис. 2). Общая длина сети составляет около 50 километров. Такая система велосипедных дорожек нуждается в полноценном обслуживании, поэтому датские инженеры помимо базисных функций велодорожек (выделенной

безопасной полосы, разметки, окрашенного асфальтного покрытия, специальных велопереездов со светофорами) учли также стойки для ожидания на перекрестках, пункты саморемонта велосипедов, динамическую подсветку и урны под определенным уклоном. В некоторых частях велосипедных дорожек есть пешеходные переходы, что указывает на прямое разделение категорий “пешеход” и “велосипедист”.

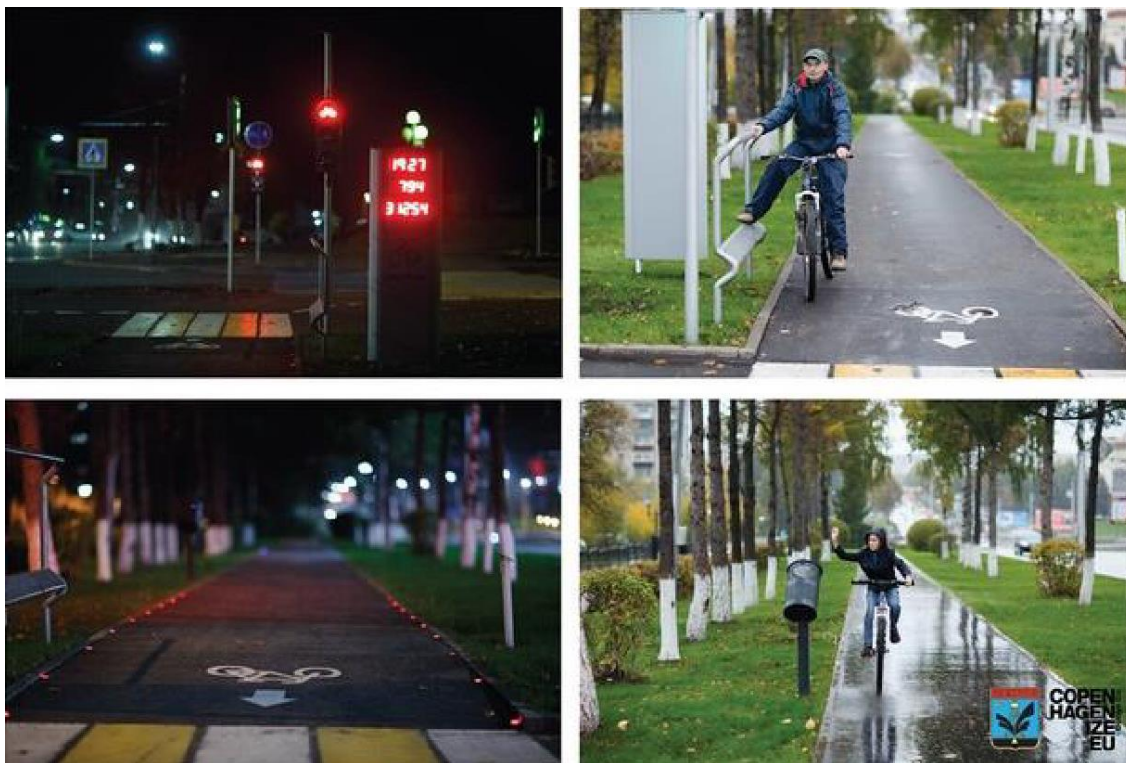


Рис. 2. Сеть велодорожек в г. Альметьевск

Рассматривая зарубежный опыт, необходимо отметить, что самой велосипедной страной по праву считаются Нидерланды, где этот вид транспорта принят приоритетным на государственном уровне. Здесь на 16 652 800 человек приходится 16 500 000 велосипедов. Каждый город обеспечен разметкой велосипедных путей, знаками, регулирующими движение, как велосипедистов, так и автомобилистов, а также светофорами. Так же оборудованы велопарковки на улицах и у общественных и деловых центров, мастерские по ремонту, места отдыха со скамьями через каждые 100 м и питьевые фонтанчики через каждые 500 м.

В столице Дании Копенгагене для комфорта населения на всем протяжении велодорожек оборудованы специальные поручни для рук и ног, чтобы люди смогли перевести дыхание, без лишних затрат времени и усилий. В Германии были разработаны нормативные документы, в которых даются правила и рекомендации по проектированию велосипедных и пешеходных путей, каждый из которых составлен на региональном уровне.

Учитывая практику отечественного и зарубежного внедрения велосипедных дорожек, необходимо отметить формирование положительного эффекта при эксплуатации. Жители мегаполисов активно используют велосипед как замену автотранспортному средству, что в свою

очередь снижает загрузку улично – дорожной сети, тем самым повышая скорость сообщения между объектами тяготения населенного пункта и его спальными районами, а также промышленными территориями.

Рассмотрев основные преимущества и недостатки использования велосипеда в городской среде, необходимо сделать вывод, что при объективном рассмотрении концепции внедрения велосипедных дорожек экономическая целесообразность, снижение нагрузки на улично – дорожную сеть, а также поддержание здорового образа жизни играет ключевую роль в развитии практически каждого населенного пункта, а возможные проблемы и недостатки устранимы при детальном и грамотном подходе в рамках проектирования и эксплуатации велотранспортной инфраструктуры.

Библиографический список:

1. Коновалова Т.В., Котенкова И.Н., Поволоцкая Т.В. Проблемы создания и развития сети велосипедных дорожек в городах // Автомобильный транспорт дальнего востока. Кубанский государственный технологический университет. 2013. № 1. С. 242-244.

2. Любченко А.С., Кубраков Е.С. Проблемы и перспективы строительства велосипедных дорожек в России // Модернизация и научные исследования в транспортном комплексе. Волгоградский государственный архитектурно-строительный университет. 2013. Т.2. С. 270-285.

3. Альбом конструктивных элементов обустройства велотранспортной инфраструктуры // Департамент транспорта и развития дорожно-транспортной инфраструктуры города Москвы. Москва, 2014.

4. Copenhagenizing the City of Almetjevsk [Электронный ресурс]. URL: <http://www.copenhagenize.com/2016/10/copenhagenizing-city-of-almetyevsk.html> (дата обращения: 03.12.2020).

5. Almetjevsk Bicycle Strategy [Электронный ресурс]. URL: <https://copenhagenize.eu/almetyevsk>.

6. Анохин Б. Б., Авилова Е. И., Грачева Д. А. Проектирование пешеходных и велосипедных дорожек// Дороги и мосты. — 2015. — Том 1 № 33. — С. 136–148.

7. Вагнер Е. А. Вело-пешеходные коммуникации крупных градостроительных систем// Журнал Сибирского Федерального университета. Серия: техника и технологии. — 2010. — Том 3 № 2. — С. 229–242.

8. Коростелева Н. В., Нестеренко Е. В. Развитие велоинфраструктуры в городах как способ снижения негативного влияния транспортной системы на городскую среду// Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: строительство и архитектура. — 2016. — № 45 (64). — С. 149–157.

9. Любченко А. С., Кубраков Е. С. Проблемы и перспективы строительства велосипедных дорожек в России// Модернизация и научные исследования в транспортном комплексе. — 2013. — том 2. — С. 270–275.

10. СП 42.13330.2011. Свод правил. Градостроительство. Планировка и застройка городских и сельских поселений. Актуализированная редакция СНиП 2.07.01-89*. – Утв. Приказом Минрегиона РФ от 28.12.2010 № 820.

11. СП 34.13330.2012. Автомобильные дороги. Актуализированная редакция СНиП 2.05.02-85* [Текст]. – Введ. 2013-07.01. – М.: Минрегион России, 2011.

Rozhnov E.E., Barlit O.B., Gofman S.D. Bicycle lanes in an urban environment: problem or solution

УДК 625.089.2

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МЕТОДОВ ОЦЕНКИ СОСТОЯНИЯ ДОРОЖНОГО ПОЛОТНА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ GPS-ТРЕКОЛОГИИ

Сапрыкин С.С. (гр. АТ-2Н), Дегтярев Д.А. (гр. АТ-2Н)

Волгоградский государственный технический университет

В работе рассматривается влияние состояния дорожного полотна на безопасность дорожного движения и предложены решения по совершенствованию методов за счет использования GPS-трекологии. Представлена структурированная схема существующих методов оценки и состояния дорожного полотна. Проведен анализ методов оценки состояния дорожного полотна. Рассмотрены и выявлены недостатки по одному методу из каждой группы по пяти критериям: точность, трудоемкость, стоимость, кадровый потенциал, профпригодность персонала.

The work considers the impact of the state of the roadway on road safety and proposed solutions to improve methods through the use of GPS trackology. A structured diagram of the existing methods for assessing the condition of the roadway is presented. An analysis of the methods for assessing the state of the roadway was carried out. The disadvantages of one method from each group according to five criteria were considered and identified: accuracy, labor intensity, cost, personnel potential, and personnel suitability.

Целью работы является повышение безопасности дорожного движения путём совершенствования методов оценки состояния дорожного полотна требованиям безопасности.



Рис. 1. Данные о ДТП в России за 2021 год

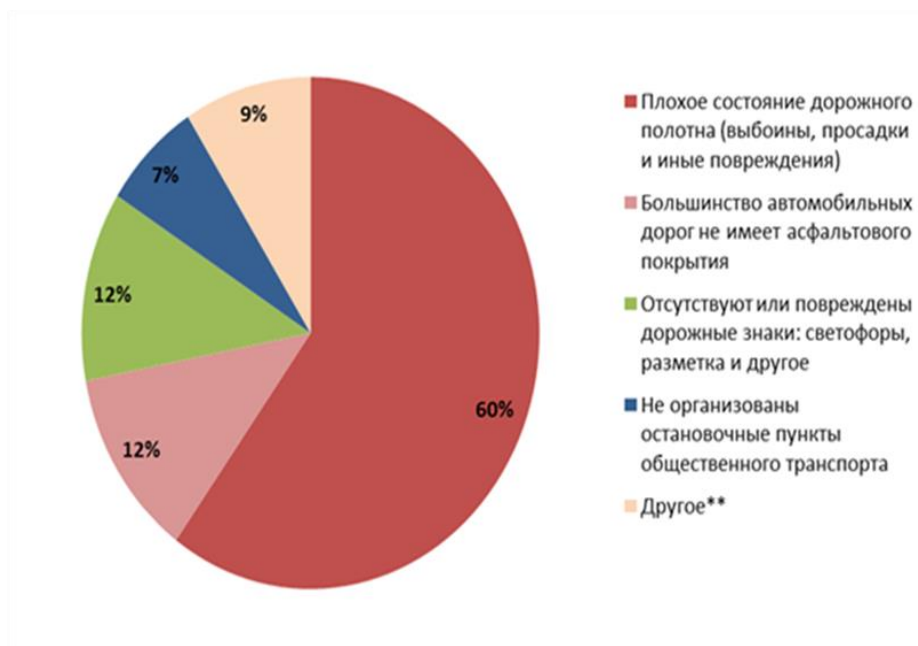


Рис. 2. Диаграмма причин возникновения ДТП

На рис. 1 показано, что вторым фактором по количеству ДТП является недостатки улично-дорожной сети. На Рис. 2 показано, какие именно недостатки улично-дорожной сети в большинстве своем влияют на количество ДТП, а именно плохое состояние дорожного полотна. Из приведенных данных можно сделать вывод одним из основных условий безопасности дорожного движения является состояние, а также своевременная оценка и поддержание хорошего состояния дорожного полотна [1].

Существующие методы оценки состояния автомобильных дорог классифицируют по следующим критериям [3]:

- Оцениваемые показатели
- Полнота оцениваемых элементов или показателей
- Степень объективности оценки
- Число критериев или показателей оценки

На рис. 3 изображена классификация методов диагностики по критериям.



Рис. 3. Методы оценки состояния дорожного полотна

Однако, все существующие методы можно разделить на три основные группы: инструментальные, визуальные, смешанные [2].

Таблица 1

Сравнение методов оценки дорожного полотна

Критерии /методы:	Инструментальный	Визуальный	Смешанный
1-точность	Позволяет провести объективную оценку	Не позволяет провести объективную оценку	Субъективность оценки и состояния дефектов
2-финансовые затраты	40-70 тыс.руб.	До 10 тыс.руб.	От 1,8-2 млн.руб.
Критерии /методы:	Инструментальный	Визуальный	Смешанный
3-трудоемкость	Метод не является оперативным	Пешком или на авто (10-20км/ч)	В зависимости от пройденного пути
4-кадровый потенциал	Требует большого кол-во трудовых ресурсов	От одного до пяти сотрудников	Задействовано много работников на разных этапах метода
5-требования к персоналу	Специалисты	Высококвалифицированный эксперт-дорожник или группа экспертов	Является базой для анализа экспертами собранного материала системой

Из сравнительной таблицы видно, что у каждой группы методов есть свои недостатки как в точности измерений, финансовых затратах, трудоемкости процесса, количестве задействованных сотрудников, и требований к специальным навыкам и умениям.

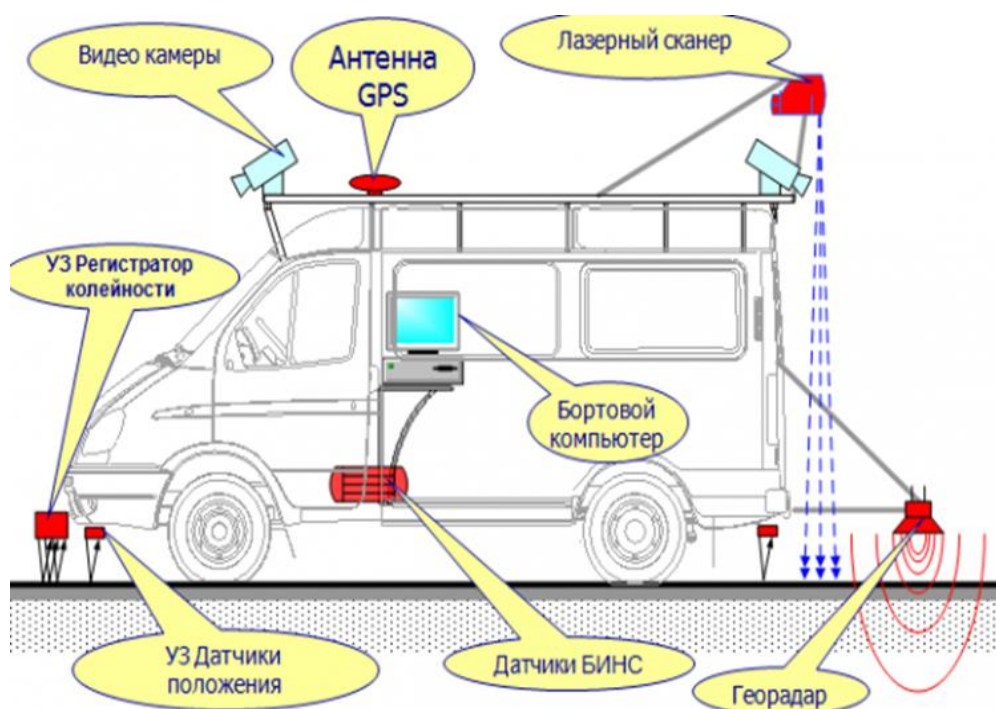


Рис. 4. Современные дорожные лаборатории

В последнее время передвижные лаборатории оснащаются спутниковыми навигационными системами GPS.

Это приемник сигнала от нескольких спутников, плата ввода сигнала в бортовой компьютер и программа обработки сигнала.

Использование GPS – систем эффективно для определения географических координат трассы дороги в плане, внесения корректив в показания датчика пути передвижной лаборатории.

Существующие GPS – системы позволяют обеспечивать измерения с погрешностью в несколько сантиметров.

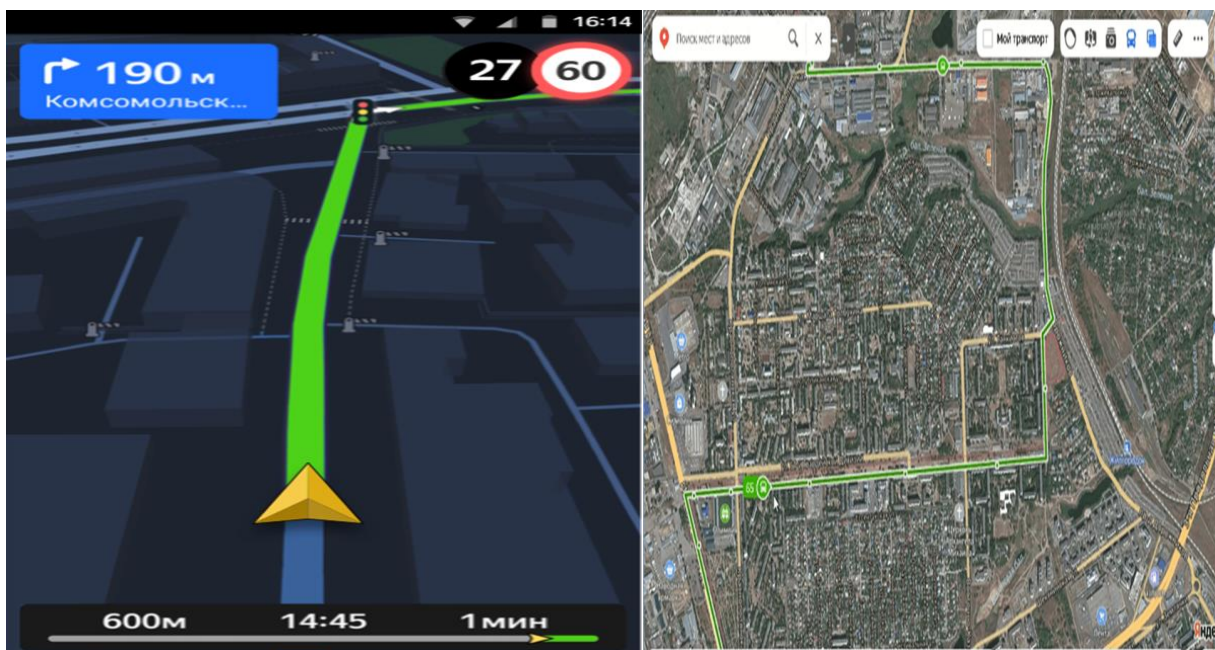


Рис. 5. Отслеживание скорости и траектории автомобиля

В данной работе для оценки состояния дорожного полотна используются такие параметры как траектория движения, скорость автомобиля, и GPS координаты объекта с привязкой его к конкретной точке на автомобильной дороге.

Из доступных ресурсов, таких как Гугл карты, Яндекс навигатор и т.д. можно получить информацию о скорости автомобиля и его пройденном маршруте с помощью навигационных систем GPS.

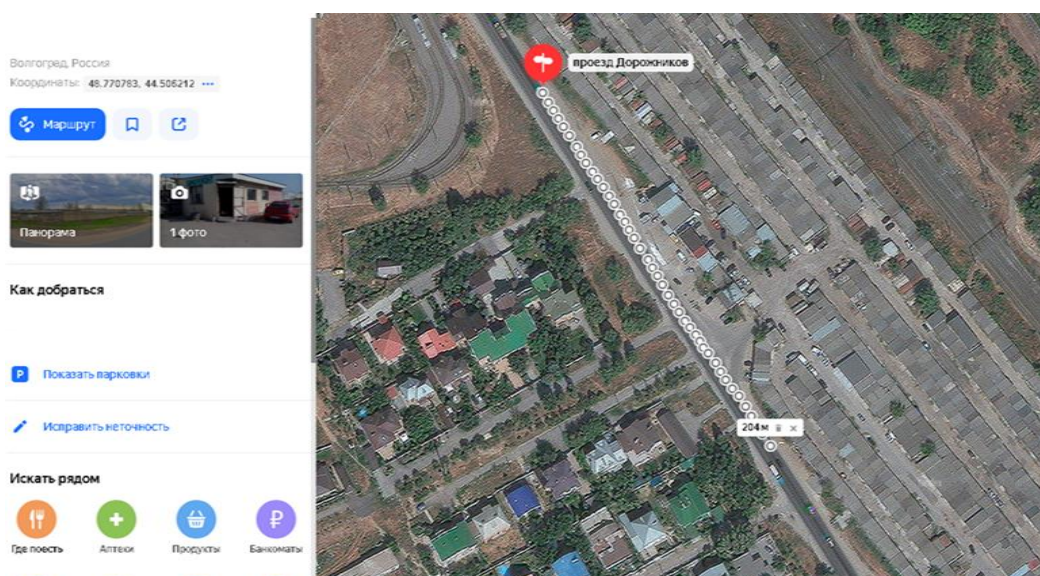


Рис. 6. Координаты траектории движения объекта

На рисунке 6 изображен участок на карте длиной в 200 метров состоящий из примерно 40 точек, у каждой из которых есть своя точная координата по широте и долготе. Далее эти точки сопоставлены в таблице на рисунке 7 со скоростью автомобиля в этих точках, тем самым получается своеобразная база данных для автомобиля, который проехал по рассматриваемому участку дороги.

The image shows a screenshot of an Excel spreadsheet titled 'journal10637_20221420_0914.xlsx'. The spreadsheet contains a table with the following data:

	А	В	С	Д	Е
187		Скорость (км/ч)	Широта (°)	Долгота (°)	
188		60.2	48.021018	44.194885	
189		69.7	48.0229	44.192742	
190		55.8	48.029945	44.187733	
191		42.4	48.039263	44.181358	
192		67.8	48.051717	44.172805	
193		49.7	48.06286	44.16444	
194		56	48.07338	44.154257	
195		51.3	48.084843	44.143248	
196		58.5	48.096817	44.131727	
197		54.5	48.096817	44.131727	
198		76.4	48.107852	44.120972	
199		75.5	48.118387	44.110987	
200		79.5	48.129815	44.099903	
201		73.4	48.140167	44.08992	
202		67	48.149728	44.077168	
203		74.3	48.158098	44.062243	
204		72.1	48.166563	44.047167	
205		68.4	48.174593	44.03302	
206		65.3	48.184303	44.020808	
207		68.1	48.194357	44.010348	
208		58.1	48.204292	44.000015	
209		70.2	48.214515	43.98936	
210		68.5	48.22476	43.978635	
211		52.2	48.233998	43.965953	
212		49.5	48.242455	43.952983	
213		48.9	48.250942	43.940265	
214		48.9	48.260095	43.928192	
215		50.5	48.26948	43.91644	
216		51	48.27886	43.904745	
217		52	48.287255	43.894262	

Рис. 7. Журнал данных о скорости объекта с привязкой к координатам

Алгоритм заключается в создании системы, которая будет вести непрерывный мониторинг и анализ пополняющейся базы данных о манере движениях автомобилей.

Сопоставление изменений скорости и манеры прохождения одинаковых участков дороги с похожими координатами и составлению списка участков дороги, которые подлежат анализу.

После анализа участков на влияющие внешние факторы круг подозрительных объектов сужается многократно.

Далее оператор проезжает выбранные системой участки и подтверждает наличие дефектов дороги, видя, например количественный отчет ям и других неровностей. Тем самым составляя свой ранжированный список, по которому будет выбран порядок проведения ремонтных работ.

Здесь важно отметить, что оператор не обязательно должен иметь специальные навыки и умения в области диагностики автомобильных дорог.

Алгоритм работы с базой данных показан на рисунке 8.

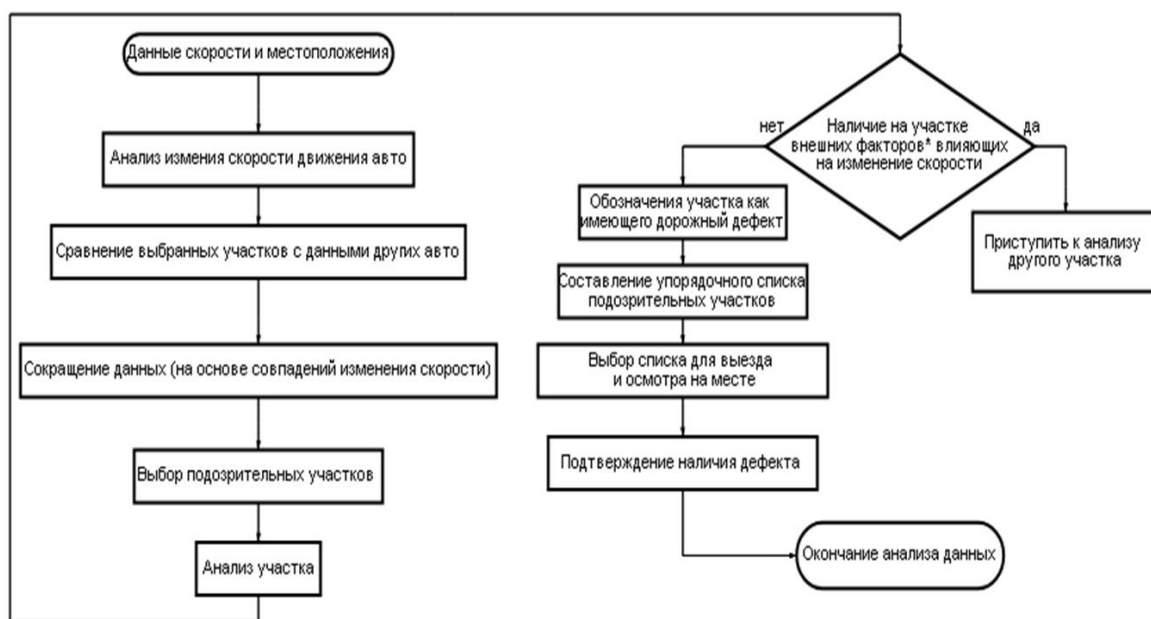


Рис. 8. Блок схема анализа данных скорости и местоположения исследуемых автомобилей

После обработки данных скорости и манере поведения одного или нескольких групп автомобилей, пройденных по одному участку, можно выявить список участков с нетипичным поведением потока по мере прохождения их.

Таким образом, можно значительно сокращать расстояние, время диагностики, финансовые, материальные и временные затраты.

Система автоматизированного мониторинга в своем большинстве ещё находятся на стадии разработки. Системы анализа состояния дорожного покрытия должны быть направлены на сокращение затрат времени и ресурсов за счёт автоматического анализа состояния дорожного покрытия и выявления зон с повреждениями дорожного полотна.

Цель данной системы состоит в передаче обрабатываемых результатов о состоянии дорожного полотна в базу данных, полученных благодаря непрерывным мониторингом движения потока с помощью GPS. Важность исследования заключается в необходимости создания системы, которая позволит обеспечить повышение безопасности движения, благодаря своевременному обнаружению дефектов дорожного покрытия и передаче данных для рационального использования и упрощения действующих методов диагностики дорожного полотна.

Библиографический список:

1. Сапрыкин, С.С. Влияние состояния дорожного полотна и дорожных условий на безопасность дорожного движения / С.С. Сапрыкин, Вл.В. Пак // Вестник магистратуры. - 2022. - № 3-1 (126). - С. 6-8.
2. Сапрыкин, С.С. Методы диагностики состояния дорожного полотна / С.С. Сапрыкин, Вл.В. Пак, Д.А. Дегтярев // Молодой ученый. - 2022. - № 15 (410). - С. 52-56.
3. Под редакцией заслуженного деятеля науки и техники РФ, д-ра техн. наук, проф. А.П. Васильева Справочная энциклопедия дорожника II том. -2004.

УДК 159.938.37

МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПСИХОФИЗИОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ВОДИТЕЛЯ ПРИ УПРАВЛЕНИИ ИМ ТРАНСПОРТНЫМ СРЕДСТВОМ

Сильченкова Ю.А. (гр. АТ-2Н), Ашуров Р.А. (гр. АТ-2Н)

Научный руководитель – канд. техн. наук, доцент Ганзин С.В.

Волгоградский государственный технический университет

В статье проводится краткий анализ систем и устройств, контролирующих психофизиологическое состояние водителя при управлении им автомобилем. Приводится методика оценки психофизиологического состояния водителя при управлении им автомобилем на основе времени реакции и продольных замедлений кузова. На основе экспериментальных исследований была сформулирована взаимосвязь между контролируемыми параметрами водителя и его психофизиологическим состоянием.

The article gives a brief analysis of systems and devices controlling psychophysiological state of a driver while driving a car. A methodology for assessing a driver's psychophysiological state while driving a car based on reaction time and longitudinal decelerations of the body is presented. The correlation between the controlled parameters of the driver and his psychophysiological state has been formulated on the basis of experimental studies.

Современные автомобили насыщены электроникой, которая помогает водителю безопасно управлять автомобилем. Нас интересует та часть электроники автомобиля, которая контролирует состояние водителя. Эту систему нельзя отнести к ИТС. ИТС намного шире и больше по функциям. Однако, система мониторинга состояния водителя будет являться подсистемой ИТС современных автомобилей.

Существующие системы по мониторингу состояния водителя в основном – это системы контроля усталости водителя, встроенные в автомобиль (**Emergency Assist** – Volkswagen, **Attention Assist** – Mercedes-Benz, **Driver Alert Control** – Volvo, Ford – **Driver Alert** и др.).

Система состоит из следующих элементов: датчик рулевого колеса, датчики на педалях; блок управления, сигнальную лампу и звуковой сигнал оповещения водителя, видеокамеру.

Есть два подхода к работе системы:

- Европейский;
- Японский.

Японские системы функционируют следующим образом: устройства осуществляют контроль усталости водителя, учитывая мимику и жесты человека за рулем. В салоне установлена специальная камера, изображение с нее обрабатывает специальная программа, которая контролирует широту открытия глаз водителя, частоту поворотов головы, зевки и другие

действия, отвлекающие от дороги. Во избежание ложных срабатываний, анализу подлежат и другие данные - частота моргания, глубина дыхания, определяемая по движениям грудной клетки, мимика и движения самих глаз. Если водитель засыпает, то система разбудит его звуковым сигналом и вибрацией руля.

Европейские системы работают следующим образом: усталость водителя определяется с помощью специальных датчиков, которые учитывают целый ряд факторов: манеру езды и характер движения, время суток и время в пути, частоту использования внутрисалонных систем, например, магнитолы, системы кондиционирования и т. д. Датчик рулевого колеса фиксирует динамику действий водителя по вращению рулевого колеса. В своей работе система использует также входные сигналы датчиков других систем автомобиля: управления двигателем, курсовой устойчивости, ночного видения, тормозной системы.

Если в поведении водителя есть отклонения, система предложит ему отдохнуть — на приборной панели появится изображение кофейной чашки. Правда, такая система распознавания усталости водителя отличается у разных производителей. У конкретного производителя собственный набор датчиков. Разными производителями авто могут вноситься собственные корректировки в систему контроля усталости – могут отличаться алгоритмы обработки данных, скорость, при которой активируется система, видеорекамеры могут отсутствовать.

В сегменте тяжелой техники компания Caterpillar тоже разработала свою систему контроля усталости водителя DSS (Driver Safety System). В кабине грузового автомобиля или спец. техники установлен один или несколько видеосенсоров, которые отслеживают положение головы, глаз, частоту моргания и т.д. Дополнительно на водителе надет электронный браслет (по типу современных фитнес-браслетов), который следит за состоянием здоровья водителя. Информация от этих датчиков передается в блок управления, там анализируется, при наличии модуля передачи, отсылается на диспетчерский пункт.

В сегменте «бюджетных» решений, которые может купить себе любой автолюбитель есть множество технических устройств: начиная от самого дешевого «антисон» до продвинутого устройства с видео сенсорами Dunobil Insomnia.

Принцип действия прибора «Антисон» заключается в реакции на наклон головы вперед (при наклонном положении прибора, внутри электрическая цепь замыкается с помощью подвижного контакта), при которой прозвучит характерный звуковой сигнал уровнем звука 65 Дб, который невозможно будет проигнорировать, окунувшись в сон целиком и полностью.

Устройство Dunobil Insomnia крепится на ветровое стекло, напоминает видеорегистратор, питание берет от прикуривателя. Объектив прибора направлен на водителя. Устройство должно располагаться на расстоянии 50 – 60 см от водителя. Видеодатчик определяет: открывание-закрывание глаз,

положение головы водителя, расположение зрачков (их опускание). При первом включении устройство предложит пройти настройку (определит положение водителя, его глаз и т.д.). После прохождения настройки устройство может голосовыми подсказками на русском языке:

- попросить смотреть на дорогу, при переводе взгляда, например на сотовый телефон;
- при блокировке объектива издает неприятное пищание;
- при закрытии глаз, лица руками издаст «Опасность».

Данные приборы/системы контролируют в основном состояние водителя через какой-то один параметр: бодрствование/засыпание водителя, направление взгляда, давление и пульс, положение автомобиля относительно разметки, дают рекомендацию о необходимости отдыха;

Описанные выше устройства не позволяют добиться повышения безопасности дорожного движения в полном объеме в виду ограниченного функционала: устройства предназначено для контроля качества управления автомобилем, что снижает вероятность возникновения дорожно-транспортного происшествия, но не контролирует состояние водителя

При оценке психофизиологического состояния водителя во время управления автомобилем возможно использовать следующие показатели: продольные ускорения/замедления, время простой реакции водителя и др.

Методика заключается в следующих этапах:

1. Определить математическое ожидание и доверительный интервал времени реакции водителя, замедлений/ускорений транспортного средства в нормальном рабочем состоянии водителя. Далее определить среднее время реакции и доверительный интервал группы водителей, работающих на одном типе транспортных средств;

2. Аналогичен 1 этапу, только водители находятся в «раздраженном» состоянии;

3. Аналогичен 1 этапу, только водители находятся в состоянии алкогольного опьянения;

4. Аналогичен 1 этапу, только водители находятся в состоянии психофизиологического отклонения по сравнению с рабочим состоянием;

5. На основе анализа экспериментальных данных для данной группы водителей разрабатываются критерии оценки.

В нашем исследовании приняло участие 20 водителей со стажем вождения автомобиля больше 10 лет. Результаты исследования времени простой реакции и продольного замедления автомобиля приведены в таблице 1 на рисунке 1.

Таблица 1

Экспериментальная таблица

Состояние контрольной группы	Время реакции, с	Центральное отклонение, с	Продольное замедление автомобиля, м/с ²	Центральное отклонение, м/с ²
------------------------------	------------------	---------------------------	--	--

Вне управления автомобилем	0,876	0,062	-	-
Во время управления автомобилем	0,855	0,055	0,95	0,04
Во время управления автомобилем в раздраженном состоянии	0,786	0,076	1,3	0,07
Во время управления автомобилем в состоянии алкогольного опьянения	1,135	0,09	0,82	0,07

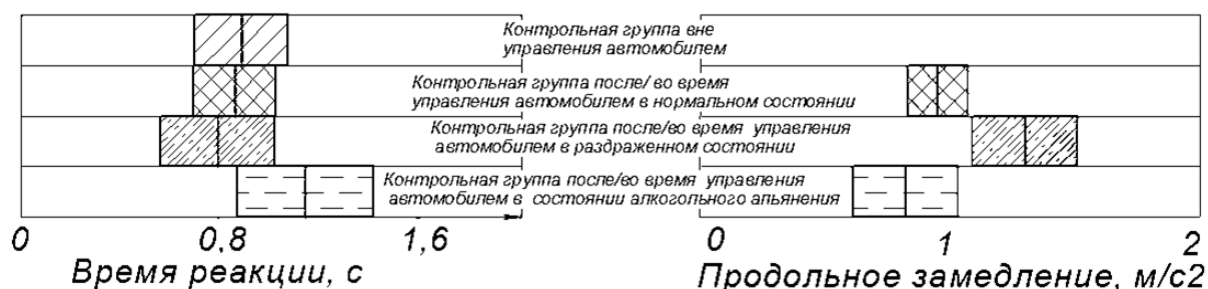


Рис. 1. Графическое представление полученных экспериментальных данных

На основании данных таблицы 1 и рисунка 1 можно сделать следующие выводы:

- параметры реакции водителя при прохождении теста перед и во время непродолжительного управления автомобилем находятся в пределах статистической погрешности;
- раздраженное состояние у данной конкретной группы водителей одновременно снижает время реакции, но увеличивает замедление при торможении;
- алкогольное опьянение у данной конкретной группы водителей наоборот увеличивает время реакции, но снижает замедление при торможении;
- для данной группы водителей по увеличению продольного замедления автомобиля можно судить о нахождении водителя в раздраженном состоянии с вероятностью 95 %;
- для данной группы водителей при одновременном увеличении времени реакции и снижении продольного замедления можно судить о нахождении водителя в состоянии алкогольного опьянения с вероятностью 60 %.

Библиографический список:

1. Амбарцумян В. Причины Дорожно-транспортных происшествий / В. Амбарцумян. – М.: Автомобильный транспорт, 2003. – 93 с.
2. Ходес И.В. Влияние запаздывания реакции водителя на управляемость АТС/ И.В.Ходес, В.А.Безверхов, Е.В.Киселев // Автомобильная промышленность. – 2009. - №5

УДК 625.712.63.

ПАРКИРОВАНИЕ АВТОМОБИЛЕЙ НА ДВОРОВЫХ ТЕРРИТОРИЯХ

Старцева А.Н. (гр. КБТ-2-19), Русскова В.В. (гр. КБТ-2-19)

Научный руководитель – канд. техн. наук, доцент Артемова С.Г.

Волгоградский государственный технический университет

Многие годы городские и районные власти пытаются устранить “стихийные” дворовые стоянки. Данная статья рассматривает проблему дефицита парковочных мест и ее последствия. Объясняет вред дворового паркинга и причины его появления.

For many years, government have been trying to eliminate "spontaneous" yard parking. This article examines the problem of shortage of parking spaces and its consequences and explains the harm of yard parking and the reasons for its appearance.

Парковка или **паркирование** — это установка транспортного средства на место его кратковременного или длительного хранения. Парковке автомобилей в правилах дорожного движения (ПДД) уделено крайне мало внимания, в особенности паркинга на дворовых территориях.

Автомобилей становится больше, а количество мест для их стоянок не увеличивается. Недостаточное количество парковок вынуждает водителей занимать во дворах не отведенные для стоянок места. **Тротуары** повсеместно используемые, как место для стоянки транспортных средств, тем самым подвергая опасности пешеходов, вынужденных идти по проезжей части. **Зеленые зоны**, которые предназначены для комфортной среды проживающих людей, а также, непосредственно, **проезжая часть** вдоль домов. Это влечет за собой:

- увеличение количества дорожно-транспортных происшествий (ДТП), в особенности с несовершеннолетними;
- загрязнение воздуха в зоне отдыха жильцов, в том числе на детских игровых площадках, в квартирах;
- затруднение проезда как гражданских транспортных средств, так и автомобилей служб спасения – машин скорой помощи и пожарных;
- повышенный уровень шума
- повышение уровня возможной травматизации людей во дворах;
- снижение уровня комфорта проживания;

Подземные стоянки могли бы стать решением большинства из этих проблем, однако многие парковочные места, построенные под землей – платные. В основном автолюбители предпочитают сэкономить, а значит снова ставят свои транспортные средства в ненадлежащих местах.

В ПДД не определены типы паркинга автомобилей, не сказано о защите и правах проживающих в случае паркинга на зеленых зонах,

ручной мойки автомобиля, ответственности за подачу звуковых сигналов или работы сигнализации в ночное время во дворах.



Рис. 1. Некорректно припаркованные автомобили, заграждающие проезд пожарной машине



Рис. 2. Паркирование на зеленой зоне



Рис. 3. Паркирование на детских площадках

В большинстве городских дворов отсутствуют парковочные карманы или гостевые площадки, для удобной расстановки автомобилей жильцами или их гостями.

Споры о том, кому нужно уступать дорогу нередко вспыхивают между автовладельцами во дворах, провоцируя конфликтные ситуации. Стоит помнить о том, что существует порядок движения автомобильных транспортных средств на прилегающей дворовой территории, который определяется специальными правилами.

Среди них следующие:

- в случае препятствия на дороге, при разъезде двух автомашин, дорогу должен уступить автомобилист, на пути следования которого и возникло данное препятствие;
- при движении автомобилей на спуске-подъеме уступает дорогу водитель, направляющийся вниз, так как его оппоненту будет труднее начать движение после остановки;
- на перекрестках, в случае их наличия во дворах, пропускают того, кто движется с правой стороны, следуя правилу «правой руки»;
- круговое движение автомобили совершают во дворе по часовой стрелке;
- автомобиль, съезжающий с главной дороги, имеет приоритет при направлении во двор.

По данным ГИБДД в Волгограде за последние 6 месяцев 2021 было зафиксировано фиксируется порядка 527 дорожно – транспортных происшествий (ДТП), в которых: 27 человек погибло, 676 было травмировано. Основной причиной является то, что зачастую водители не пропускают пешеходов, обладающих приоритетом передвижений в жилых зонах.

По мнению ГИБДД существует ещё несколько **причин** ДТП на дворовых территориях:

- нарушение правил движения задним ходом;
- несоблюдение очередности проезда;
- нарушение требований обеспечения безопасности при старте движения;
- нарушение скоростного режима;



Рис. 4. ДТП на дворовой территории

Удобство и безопасность селитебных зон все больше страдают вследствие всевозрастающей загруженности зоны жилых дворов автомашинами.

Сегодня по всей стране ведется борьба со сложившейся ситуацией в условиях современной городской застройки, при критической нехватке в

районах жилых домов обустроенных парковочных мест, и постоянном увеличении парка транспортных средств.

Библиографический список:

1. Артемова С.Г. Модель формирования максимальной загрузки дворовых территорий паркующимися автомобилями // Вестник Волгогр. гос. архит.-строит. ун-та. Сер.: Стр-во и архит. 2011 Вып. 22(41). С 52 – 58

2. Отсутствие парковок – главная автомобильная проблема крупных городов // [Электронный ресурс] RB.RU.Российский бизнес. URL: <http://www.rb.ru/>.: сайт. (дата обращения 05.04.22)

3. Информация о состоянии аварийности в Волгоградской области // [Электронный ресурс]. Главное управление МВД России по волгоградской области, 2021. URL: <https://34.мвд.рф/новости/item/20272106> (дата обращения 11.04.22)

4. Воскресенская А.И. Комплексное благоустройство дворовых территорий городской жилой застройки на примере города Москвы: Автореф. дис... канд. арх. наук. / А.И. Воскресенская. – М. 2008. – 23с.

Startseva A.N., Russkova V.V. Car parking in the yard territories

УДК 656.13.08

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ОРГАНИЗАЦИИ ДОРОЖНОГО ДВИЖЕНИЯ НА КОЛЬЦЕВЫХ ПЕРЕСЕЧЕНИЯХ Г. ВОЛГОГРАДА

Супрунова И.А. (гр. АТ-414)

Научный руководитель – доцент Ганзин С.В.

Волгоградский государственный технический университет

Одна из основных проблем современной России - убыль населения, которая напрямую связана со смертностью на дорогах. Одними из наиболее опасных участков УДС являются пересечения в одном уровне. Эффективным методом решения проблем, возникающих на пересечениях, является проектирование кольцевых пересечений. В данной статье рассмотрено развитие кольцевых пересечений как эффективного метода организации движения.

One of the main problems of modern Russia is population decline, which is directly related to road deaths. One of the most dangerous sections of the UDS are intersections at the same level. An effective method of solving problems arising at intersections is the design of ring intersections. This article discusses the development of ring intersections as an effective method of organizing traffic.

Одна из основных проблем современной России - убыль населения, которая напрямую связана со смертностью на дорогах. Рост автомобилизации населения приводит к повышению интенсивности движения, увеличению количества конфликтных ситуаций и, соответственно, к снижению средних скоростей движения и повышению аварийности на улично-дорожной сети (УДС). Так как количество транспортных средств на дорогах увеличивается, а площадь и протяженность городских дорог остается практически неизменной, то возникают сложные транспортные проблемы, такие как: задержки транспортного потока, заторы, дорожно-транспортные происшествия (ДТП)

и т.п.

Согласно Федеральному Закону № 196-ФЗ, обеспечение безопасности дорожного движения - деятельность, направленная на предупреждение причин возникновения дорожно-транспортных происшествий, снижение тяжести их последствий [1].

За последние несколько десятилетий были приняты к реализации следующие нормативно-правовые акты:

- Программы повышения безопасности дорожного движения в 2006-2020 г. [2,3];
- Стратегия безопасности дорожного движения [4];
- Указ Президента РФ №204 от 7 мая 2018 г. «О национальных целях и стратегических задачах развития Российской Федерации на период до 2024 года» [5].

Указ направлен на достижение следующего целевого показателя - 4 погибших на 100 000 жителей к 2024 г., со стремлением к нулевому уровню смертности к 2030 г.

Для достижения данного показателя предлагаются следующие пути:

- развитие и повышение качества УДС;
- внедрение новых стандартов обустройства автомобильных дорог;
- снижение и устранение мест концентраций дорожно-транспортных происшествий;
- внедрение новых технологий организации дорожного движения, в том числе с применением автоматизированных систем управления дорожным движением (АСУДД) интеллектуальных транспортных систем (ИТС);
- усиление ответственности граждан за нарушение ПДД и др.

Одними из наиболее опасных участков УДС являются пересечения в одном уровне. Эффективным методом решения проблем, возникающих на пересечениях, является проектирование кольцевых пересечений (КП), которые снижают количество конфликтных точек и увеличивают пропускную способность.

Кольцевые пересечения были созданы для саморегулируемого и безостановочного движения транспорта на пересечениях дорог.

Впервые использование кольцевых пересечений было предложено в 1877 году французским архитектором Юджином Энардом (Eugene Henard) [6].

Первое круговое движение было запущено в Америке в начале XX в. Архитектор Уильям Фелпс Эно разработал и реализовал проект кольцевой развязки, получив признание соотечественников как «отец безопасного движения».

Один из первых проектов по применению кругового движения в США был реализован на площади им. Х. Колумба в г. Нью-Йорке в 1907 г.

При использовании данного вида организации движения повысилась пропускная способность и уровень безопасности движения на кольцевых пересечениях.

На основе обобщения иностранного опыта в 60-е годы, были созданы первые кольцевые пересечения в СССР.

Следует отметить, что эффективность КП значительно снижается при увеличении интенсивности движения на подходах к нему, приводящее к увеличению плотности транспортных потоков, а значит и к возникновению заторовых ситуаций на примыкающих дорогах. В этом случае необходимо искать другие решения по организации движения, такие как увеличение полос движения на кольце и примыкающих дорогах, ввод частичного светофорного регулирования или проведение реконструкции кольцевого движения.

В данной работе объектом исследования выступает кольцевое пересечение улиц Рокоссовского, Землячки и Покрышкина в городе Волгограде (рис. 1). Объект исследования был реконструирован в кольцевое пересечение и введен в эксплуатацию 1 августа 2015 года. Данное КП находится на границе Центрального, Дзержинского и Краснооктябрьского районов и играет важную роль в УДС города Волгограда, а именно: связывает центр города с северной частью города, новыми жилыми комплексами, торгово-развлекательным центром, выездом на 3-ю продольную магистраль; через этот участок проходит транзитный транспорт, который следует в область и в южные регионы через Среднеахтубинский мост, а также осуществляется въезд к памятнику-ансамблю «Героям Сталинградской битвы». На данном кольцевом пересечении отсутствует светофорное регулирование, и отсутствуют пешеходные переходы [8].

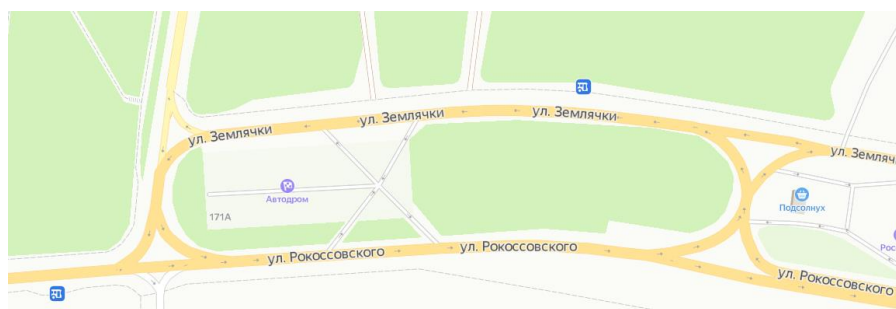


Рис. 1. Кольцевое пересечение улиц Рокоссовского, Землячки и Покрышкина в городе Волгограде

На пересечении улиц Рокоссовского, Землячки и Покрышкина и ранее проводились исследования, однако кардинальные изменения с 2015 года в организации движения на данном пересечении не обнаружены.

Одна из основных конфликтных точек является точка «А», находящаяся у АЗС, где потоки, движущиеся по ул. Рокоссовского в центр и из центра в сторону Больничного комплекса с переходом на ул. Землячки (рис.2).



Рис. 2. Конфликтная точка «А» в районе АЗС

Для полного и достоверного анализа выбранного объекта исследования были изучены интенсивность движения и состав транспортного потока на подходах к конфликтной точке «А», а также интенсивность движения и график работы светофорной сигнализации на примыкании к улице Рокоссовского улицы Кубинской.

На рисунке 3 представлена схема направлений движения на исследуемом участке улично-дорожной сети, а также указаны номера подходов, на которых выполнялись наблюдения.



Рис. 3. Схема направлений движения на исследуемом участке улично-дорожной сети с нумерацией подходов

Существующий режим работы светофора на пересечении улиц Рокоссовского и Кубинской регулирует движение транспортного потока в сторону развязки в точке конфликта при правоповоротном движении транспортного потока, имеющего приоритет. Поток, движущий со стороны центра и осуществляющий левый поворот, разделяется на два потока. Один поток движется к торгово-развлекательному центру «Мармелад», а другой в сторону Больничного комплекса по улице Землячки. Причем, поток, движущийся в сторону Больничного комплекса, вынужден пропускать поток, осуществляющий движение по главной дороге, тем самым образуя очередь. Чем выше интенсивность движения по главной дороге, тем длиннее очередь ожидания левого поворота в конфликтной точке «А».

График режима работы светофорной сигнализации на пересечении улиц Рокоссовского и Кубинской показан на рисунке 4. При изучении существующего режима светофора было установлено, что по улице

Рокоссовского время горения зеленого, желтого и красного цветов составляет, соответственно, 50, 3, 23 с, а по улице Кубинской время горения зеленого, желтого и красного цветов составляет, соответственно, 20, 3, 53 с.

На исследуемом кольцевом пересечении (в районе АЗС) и на пересечении улиц Рокоссовского и Кубинской интенсивности дорожного движения были выявлены путем натуральных наблюдений, проводимых в будний день, в утренний час-пик (800-900). При этом были выявлены доли легковых, грузовых автомобилей, микроавтобусов, автобусов и автопоездов.

Результаты исследования интенсивности и состава транспортного потока приведены в таблицах 1 и 2.

Таблица 1

Результаты исследования интенсивности движения

Направление	Легковые, авт./час	Микроавтобусы, авт./час	Грузовые, авт./час	Автобусы, авт./час	Суммарная интенсивность, авт./час	Приведенная интенсивность, пр.ед./час
1-2	78	12	0	0	90	94,8
1-3	546	30	12	6	594	630
1-4	888	54	6	6	954	993,6
1-5	408	36	6	6	456	488,4
3-2	1056	78	114	12	1260	1429,2
4-2	1136	80	6	10	1232	1290
4-3	928	34	12	0	974	999,6
4-5	54	0	0	0	54	54
5-2	250	0	0	0	250	250
5-3	206	0	0	0	206	206

Приведенная интенсивность рассчитывается по формуле:

$$N_{\text{пр}(t)} = \frac{60 \times (k_{\text{л}}N_{\text{л}} + k_{\text{ма}}N_{\text{ма}} + k_{\text{г}}N_{\text{г}} + k_{\text{ав}}N_{\text{ав}})}{t}, \quad (1)$$

где $N_{\text{пр}(t)}$ - приведенная интенсивность за время наблюдения, ед./ч;

$N_{\text{л}}, N_{\text{ма}}, N_{\text{г}}, N_{\text{ав}}$ - соответственно количество легковых, микроавтобусов, грузовых, автобусов и автопоездов прошедших за время наблюдения;

t - время наблюдения, мин;

$k_{\text{л}}, k_{\text{ма}}, k_{\text{г}}, k_{\text{ав}}$ - коэффициенты приведения.

В работе приняты следующие коэффициенты приведения: легковые автомобили – $k_{\text{л}} = 1$; автобусы (троллейбусы) – $k_{\text{ав}} = 3,0$; микроавтобусы – $k_{\text{ма}} = 1,4$; грузовые автомобили – $k_{\text{г}} = 2,0$ [9].

Расчет приведенной интенсивности на примере направления 1-4:

$$N_{\text{пр}(t)} = \frac{60 \times (1 \cdot 888 + 1,4 \cdot 54 + 2,0 \cdot 6 + 3,0 \cdot 6)}{60} = 993,6 \text{ пр. ед./ч.}$$

Таблица 2

Состав транспортного потока

Подход	Легковые, %	Микроавтобусы, %	Грузовые, %	Автобусы, %
1-й подход	91,69	6,3	1,15	0,86
3-й подход	83,81	6,19	9,05	0,95
4-й подход	93,72	5,04	0,8	0,44
5-й подход	100	0	0	0

Таким образом, по данным таблиц 1 и 2 можно сделать следующие выводы:

1. Наибольшая интенсивность движения транспортных потоков осуществляется по улицам Рокоссовского и Землячки, соответственно, в сторону центра и Больничного комплекса. Это обусловлено тем, что наблюдения проводились в утренний час-пик, когда большинство людей едет на работу;

2. Интенсивность на 1,4 и 5 подходах выше, чем на 3;

3. На 3 подходе доля грузовых автомобилей в транспортном потоке выше, чем на 1, 4 и 5 подходах;

4. В транспортном потоке преобладают легковые автомобили.

После изучения основных показателей транспортного потока на исследуемом участке УДС было смоделировано его движение в программе Aimsun.

В результате моделирования были выявлены задержки движения на подходах, значения которых указаны в таблице 3. Причем, общая задержка движения составит 148,12 ч.

Таблица 3

Значения задержек движения на исследуемых подходах

Номер подхода	Среднее значение задержки на подходе, с	Интенсивность движения на подходе, авт/ч	Суммарная задержка транспортного потока на подходе, ч
1	94,72	2094	55,10
2	8,4	2848	6,65
3	11,93	1260	4,18
4	72,68	2260	45,63
5	92	486	12,42
6	33,89	1464	13,78
7	13,87	2692	10,37
Σ			148,12

Для частичного снижения задержек движения и особенно для повышения безопасности дорожного движения предлагается:

- на 1 подходе к кольцевому пересечению увеличить число полос для левоповоротного движения до трех, где по крайней левой полосе разрешено двигаться автомобилям, движущим в сторону торгово-развлекательного центра «Мармелад», а по средней и правой полосам - в сторону Больничного комплекса;

- на 7 подходе увеличить число полос до трех, где по крайней правой можно совершать движение в сторону Больничного комплекса, по крайней левой и средней полосе - в сторону «Мармелад»;
- в районе АЗС следует ввести светофорное регулирование, для уменьшения конфликтных точек на пересечении.
- изменить организацию движения на пересечении улиц Рокоссовского и Кубинской, включающее в себя увеличение числа полос для левого поворота с ул. Кубинской в сторону центра, а также внедрение полосы ожидания для левого поворота на ул. Кубинскую.

На разработанной модели была проверена эффективность предложенных мероприятий. Были определены значения задержек движения на подходах при совершенствовании ОДД. Суммарное значение задержки движения составило 126,02 ч, что на 15% ниже первоначальных.

На рисунке 4 приведен графический анализ, который показывает разницу между задержками движения до внедрения и после внедрения мероприятий по совершенствованию ОДД на исследуемом участке УДС.

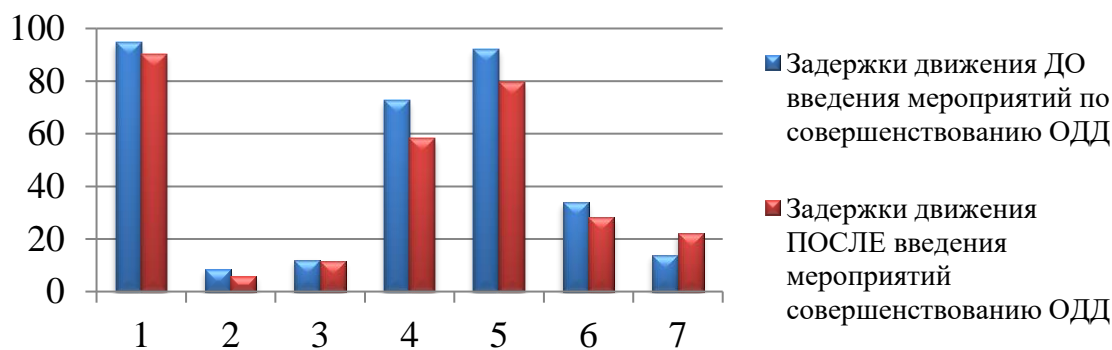


Рис. 4. Графический анализ, показывающий разницу задержками движения

Выводы по проделанной работе:

1. Проведен анализ развития кольцевых пересечений как эффективного метода организации движения;
2. Выявлены проблемы организации дорожного движения на кольцевом пересечении в районе Мамаевого кургана на 2-й продольной;
3. В результате предлагаемых мероприятий суммарное значение задержки движения на пересечении снижено на 15 %. В несколько раз снижено количество конфликтных точек, что повысило БДД.

Библиографический список:

1. ФЗ О безопасности дорожного движения от 10.12.1995 N 196-ФЗ (ред. от 13.07.2015) [Электронный ресурс] URL://http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_8585/ (дата обращения 24.03.2022)
2. Федеральная целевая программа «Повышение безопасности дорожного движения в 2006 – 2012 годах» : утверждена Постановлением Правительства РФ от 20 февраля 2006 г. N 100. – Текст : электронный // Информационно-правовой справочник Гарант : [Сайт]. – URL:<http://base.garant.ru/189189/> (дата обращения 24.03.2022).]

3. Федеральная целевая программа «Повышение безопасности дорожного движения в 2013 – 2020 годах» : утверждена Постановлением Правительства РФ от 3 октября 2013 г. N 864. Текст : электронный // Информационно-правовой справочник Гарант : [Сайт]. – URL:<http://base.garant.ru/70467076/> (дата обращения 24.03.2022).

4. Стратегия безопасности дорожного движения в Российской Федерации на 2018 - 2024 годы : утверждена распоряжением Правительства Российской Федерации от 8 января 2018 года №1-р. Текст : электронный // Информационно-правовой справочник Гарант : [Сайт]. – URL: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/71760528/> (дата обращения 22.01.2021).

5. О национальных целях и стратегических задачах развития Российской Федерации на период до 2024 года : Указ Президента РФ от 7 мая 2018 г. N 204. Текст : электронный // Информационно-правовой справочник Гарант : [Сайт]. – URL:<http://www.garant.ru/hotlaw/federal/1195467/#ixzz6kAOeEs3U> (дата обращения 21.01.2021)

6. Кузнецова А. П. Генеалогия современных транспортных развязок / А. П. Кузнецова. Текст : электронный // САПР И ГИС АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ. – 2017. – № 1(8). – С. 84–92.

7. ОДМ 218.2.071-2016. Методические рекомендации по проектированию кольцевых пересечений при строительстве и реконструкции автомобильных дорог. – Москва : Федеральное дорожное агентство (Росавтодор), 2016. – 166 с.

8. Новая схема движения на Мамаевом кургане в Волгограде начнет действовать с 1 августа [Электронный ресурс] // Южный Федеральный — URL:<http://u-f.ru/News/u350/2015/07/23/720158> (дата обращения 25.04.2022)

9. Методические указания по выполнению курсовой работы по дисциплине «Технические средства организации дорожного движения» / сост.: Е.П. Ершов; Волгоград. гос. техн. ун-т.—Волгоград, 2009.— 18 с.

Suprunova I.A. Improving the organization of traffic at the ring intersections of Volgograd

УДК 656.13.073 + 681.5

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ПРИМЕНЕНИЯ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ В ОБЛАСТИ ДОСТАВКИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ПРОДУКЦИИ

Федина О.Ю. (гр. АП-2Н)

Научный руководитель – канд. техн. наук, доцент Ковалев А.М.

Волгоградский государственный технический университет

Для повышения эффективности функционирования информационных систем в области доставки сельскохозяйственной продукции необходимо применять различные способы автоматизации. В данной статье предлагается усовершенствовать процесс обработки заявок от заказчиков путем создания на сайте компании личного кабинета для каждого клиента. Кроме того, предлагается установить программное обеспечение для управления грузоперевозками и контроля транспортных средств, что позволяет комплексно автоматизировать значительную часть логистических процессов, упрощая задачи по планированию грузопотоков, ведению оперативного учёта, заполнению документов и формированию отчётов. Таким образом, можно получить и экономию от внедрения модернизации схемы, и повысить качество сервиса для клиента.

To improve the efficiency of information systems in the field of agricultural products delivery, it is necessary to use various automation methods. This article proposes to improve the process of processing applications from customers by creating a personal account for each client on the company's website. In addition, it is proposed to install software for cargo transportation management and vehicle control, which makes it possible to comprehensively automate a significant part of logistics processes, simplifying the tasks of planning cargo flows, keeping operational records, filling out documents and generating reports. Thus, it is possible to obtain both savings from the implementation of the modernization of the scheme, and to improve the quality of service for the client.

Для осуществления перевозки груза заказчик (клиент) направляет перевозчику заявку (рис.1). Эта заявка поступает менеджеру по работе с клиентами. Менеджер по работе с клиентами передает заявку в электронном виде в службу маршрутизации большегрузных транспортных средств. Логист этой службы распределяет заявку на конкретное транспортное средство [1]. Далее информация через службу управления транспортом попадает в бухгалтерию, где формируется счет, который отправляется заказчику для оплаты.

Для контроля за работой транспорта применяется система GPS-мониторинга. В режиме считывания данных онлайн - диспетчер может в режиме реального времени следить за транспортным средством на карте и получать необходимые отчеты о передвижениях транспортного средства. Принцип действия данного режима следующий (рис.2) [2]: GPS прибор установленный в кабине автомобиля записывает координаты движения автомобиля со спутника через определенные интервалы времени и отправляет их посредством канала GPRS на сервер. Диспетчеру посредством канала интернета передаются данные в автоматическом режиме о передвижениях того или иного автотранспортного средства.

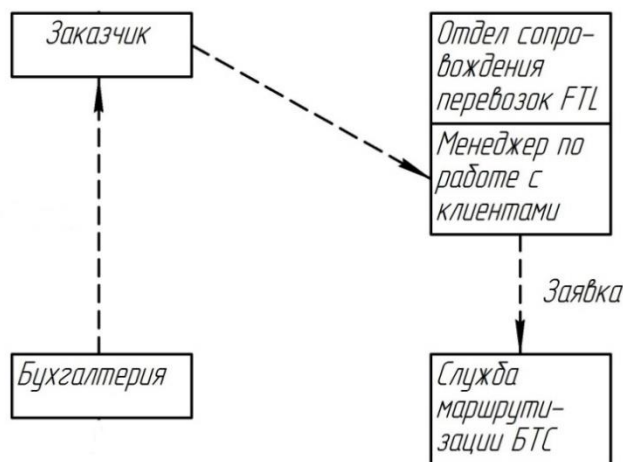


Рис. 1. Схема подачи заявки от заказчика перевозчику груза

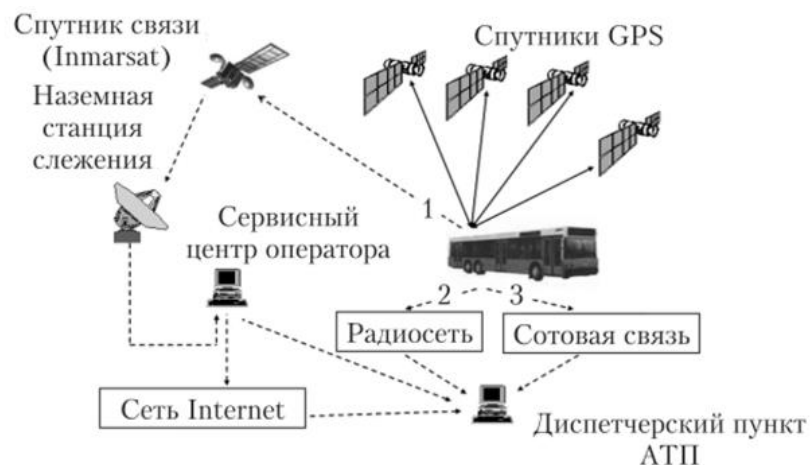


Рис. 2. Схема контроля за работой транспорта

Иными словами, блок навигации собирает информацию с дополнительного оборудования → передает ее по каналам связи в систему мониторинга → система мониторинга обрабатывает данные → переводит в понятную для пользователя информацию.

GPS-трекер используют [3] для голосовой связи с водителем, прослушивания обстановки в кабине, а при возникновении экстренной ситуации водитель может незамедлительно сообщить об этом, нажав тревожную кнопку.

На предприятии организована следующая схема документооборота (рис. 3).

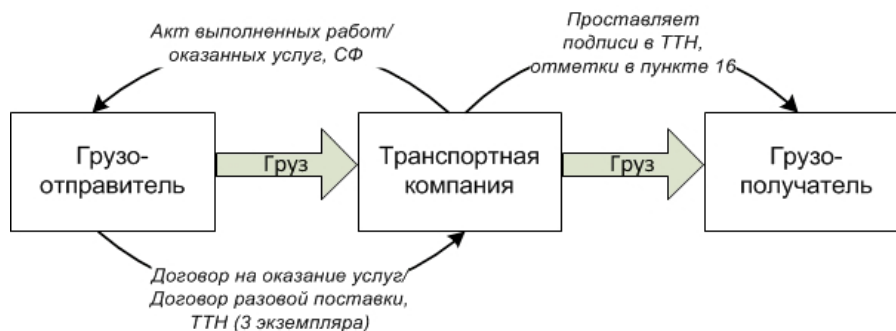


Рис. 3. Схема документооборота

Между грузоотправителем и транспортной компанией (ТЭК) заключается договор на оказание услуг или договор разовой поставки.

Определяется, автомобиль, выстраивается маршрут, как итог присваивается фрахт– соглашение, предусматривающее перевозку грузов за оговоренную в договоре с перевозчиком оплату.

ТЭК забирает груз и сопроводительные документы, в том числе товарно-транспортную накладную (ТТН) (3 экземпляра).

Осуществляется поставка.

Грузополучатель ставит необходимые подписи на ТТН.

Далее есть 2 варианта развития событий: либо водитель ТЭК сообщает менеджеру о том, что груз доставлен, и если нет изменений, то формируется акт (на основании скана ТТН) и СФ, либо водитель привозит все подписанные ТТН в офис компании, менеджер на их основании формирует акт и СФ и выставляет тем числом, когда была осуществлена выгрузка товара.

Для наиболее быстрого получения оплаты все документы сканируются и отправляются грузоотправителю электронной почтой. Оригиналы документы отправляются чаще всего «Почтой России», или службами экспресс доставки документов (что получается достаточно накладно).

Грузоотправитель осуществляет оплату, подписывает акт и отправляет его почтой в ТЭК.

Слабое место [4] при оформлении документов и заявок - человеческий фактор. Ведя прием заявок только силами персонала, требуется постоянный человеческий ресурс для их обработки, например, по телефону. Есть разные способы автоматизации приема заявок так, чтобы разгрузить людей и, соответственно, сэкономить на штате. Можно, например, предоставить клиентам доступ к базе через сайт, чтобы они сами вводили данные через личный кабинет.

Из анализа рис. 1 очевидна задержка между отправкой заявки от заказчика и поступлением заявки непосредственно распределяющему рейсы логисту. Для ускорения процесса предлагается создать на сайте компании личный кабинет для каждого клиента, в который он заходит под своим логином и паролем. В функционал личного кабинета будет входить создание заявки на перевозку, которая сразу попадает не только менеджеру по работе с клиентами, но и логисту СМБТС, который может сразу назначить рейс на подходящее транспортное средство без задержки во времени (рис. 4).

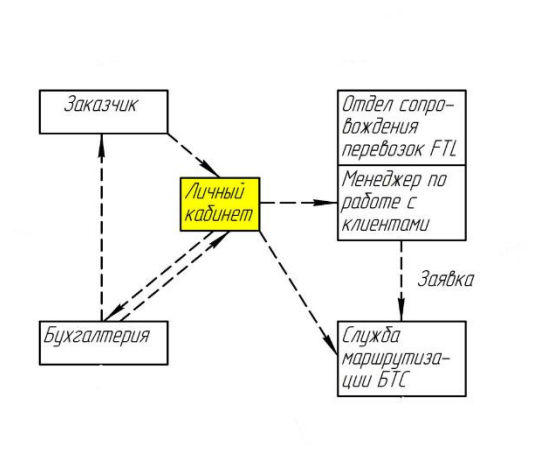


Рис. 4. Модифицированная схема подачи заявки

Кроме того, предлагается установить БИТ.Автотранспорт — программное обеспечение для управления грузоперевозками и контроля

транспортных средств. Информационная система на базе платформы «1С Предприятие 8» позволяет комплексно автоматизировать значительную часть логистических процессов, упрощая задачи по планированию грузопотоков, ведению оперативного учёта, заполнению документов и формированию отчётов [5]. С помощью программы можно повысить эффективность бизнеса за счёт оптимизации выполнения рутинных операций и объединения данных в одной базе. Предусмотрена возможность интеграции с системами мониторинга GPS/Глонасс.

Программа специально создана для автотранспортных, логистических, производственных, сельскохозяйственных, дистрибьюторских и торговых предприятий, грузоперевозчиков и всех организаций, где есть собственный автотранспорт [6]. По словам разработчиков, «БИТ.Автотранспорт» позволит облегчить работу диспетчеров, руководителей транспортного подразделения, начальников автопарка.

Так, автоматизация на базе «БИТ.Автотранспорт» решает целый комплекс задач, в том числе: планирование загрузки транспортных средств (ТС), прохождения ТО и ремонта автотранспорта; управление заявками на использование транспортных средств разово и в течение периода; консолидация всех данных о транспортном средстве в одном справочнике; учет ГСМ норма/факт, применение формул автоматического расчета топлива; фиксация выданного топлива с видами заправки — АЗС стационарная и мобильная, от стороннего контрагента, из бака в бак; взаиморасчеты с контрагентами; учет страхования транспорта (КАСКО, ОСАГО, GREEN CARD и т.п.); регистрация ДТП, штрафов и страховых случаев; отслеживание местонахождения транспорта, скорости движения, выполнение рейса по назначению за счет GPS/ГЛОНАСС мониторинга; заполнение в автоматическом режиме рапортов и печатных форм путевых листов для всех видов автотранспорта — легковых автомобилей, такси, грузовых транспортных средств, автобусов и многих других; отчетность для комплексного анализа на всех участках.

По информации «1С:Первого БИТа», в результате использования программы повышается управляемость автопарком, усиливается контроль над водителями, сокращается время на выполнение рутинных операций. Также снижается нецелевое использование автотранспорта и несанкционированный расход ГСМ. Вместе с тем, пользователь может получить любой отчет в программе «БИТ.Автотранспорт» за 1 «клик».

Основные улучшения при модернизации процесса подачи заявки через личный кабинет касаются сокращения времени передачи заявки на перевозку от заказчика логисту СМБТС. Предположим, что новым способом оставляют заявки 50 % всех КА. Тогда если подтверждение заявки через менеджера по работе с клиентами и назначение транспортного средства на рейс занимало около 4,5 часов, в модифицированной схеме взаимодействия это займет около 1 часа. Тогда среднее время обработки заявки составит:

$$T_{\text{ср}}=(4+1)/2=2,5 \text{ ч}$$

По полученным данным можно выйти на приблизительную стоимость выполнения данного процесса.

$$C=Z_{\text{п}} * t * T$$

где $Z_{\text{п}}$ — заработная плата сотрудника в месяц; t – доля процесса в общем рабочем времени сотрудника. Примем, что $Z_{\text{п}} = 40\,000$ руб., $t = 40\%$. Тогда:

$$C_1=40000*0,4*4=64000 \text{ руб.}$$

$$C_2=40000*0,4*2,5=40000 \text{ руб.}$$

Таким образом, приблизительная экономия в выполнении процесса будет составлять:

$$\text{Эк} = C_1 - C_2 = 64000 - 40000 = 24000 \text{ руб.}$$

Необходимо отметить, что в расчете не учитывались многие факторы, влияющие на логистические затраты. Данный расчет показывает только влияние снижения трудоемкости на затраты, формируемые конкретным процессом. В случае приблизительной оценки эффективности при внедрении программного продукта необходимо сравнить затраты на обслуживание программы и экономический эффект от внедрения модернизированного процесса. Как правило, программный продукт имеет стоимость и затраты на обслуживание. Примем, что стоимость годового обслуживания личного кабинета составит $\text{ЛК} = 130\,000$ руб.

$$\text{Э} = \text{Эк} * 12 - \text{ЛК} = 24000 * 12 - 130000 = 158000 \text{ руб.}$$

Таким образом, экономию в год от внедрения модернизации схемы взаимодействия можно оценить в 158 000 рублей. Помимо того, личный кабинет не только приносит денежную экономию, но и повышает качество сервиса для клиента, что улучшает имидж компании. Также следует отметить дополнительные преимущества от внедрения программы «БИТ.Автотранспорт» С программой могут работать начальники автопарков, менеджеры-логисты, руководители транспортных отделов, диспетчеры. Сервис позволяет автоматизировать управление заявками, заполнение путевых листов и отчетов, планирование эксплуатации транспорта. В базу данных можно вносить подробные сведения о ТС – сроки действия страховок и регистрационных документов, даты прохождения ПТО, государственные и инвентарные имена. Кроме того, можно отслеживать состояние автопарка, расход горюче-смазочных материалов, места проведения заправок, наличие заказов на запчасти и материалы, факты замены узлов и агрегатов. Предусмотрена возможность интеграции с системами мониторинга GPS/Глонасс.

Библиографический список:

1. Интегрированная логистика. Методические указания по выполнению курсовой работы. / сост. Д.В. Гудков: ВолгГТУ, – Волгоград 2019. – 16 с.
2. Вельможин А.В., Гудков В.А., Миротин Л.Б. Теория транспортных процессов и систем: Учебн. для вузов / Под общ. ред. Л.Б.Миротина. -М.: Транспорт, 1998. - 167 с.
3. Кокин, А.С. Транспортно-экспедиторские услуги при международной перевозке грузов [Электронный ресурс] : рук. / А.С. Кокин, Г.А. Левиков. — Электрон. дан. —

Москва : Infotropic Media, 2011. — 576 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/58061>.

4. Управление цепями поставок в транспортном комплексе [Электронный ресурс] : учеб. пособие / А.Г. Некрасов [и др.]. — Электрон. дан. — Москва : Горячая линия-Телеком, 2012. — 262 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/63252>.

5. Основы логистики [Электронный ресурс] : учеб. / В.А. Гудков [и др.]. — Электрон. дан. — Москва : Горячая линия-Телеком, 2013. — 386 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/63246>.

6. Миротин Л. Б. Эффективность логистического управления: учебник / Л. Б. Миротин. – М.: Экзамен, 2004. – 448 с. 6. Миротин Л.Б., Николин В.И., Ташбаев Ы.Э. Транспортная логистика. - Москва, Омск: 1994. - 236 с.

Fedina O.Y. The current state of application of information systems in the field of delivery of agricultural products

УДК 656.11

РАЗМЕТКА КАК ЭЛЕМЕНТ БЕЗОПАСНОСТИ ДОРОЖНОГО ДВИЖЕНИЯ В ЗОНЕ ИСКУССТВЕННЫХ СООРУЖЕНИЙ

Фёдорова В.С. (гр. СМ-3-21)

Научный руководитель – канд. техн. наук, доцент Витолин С.В.

Волгоградский государственный технический университет

Горизонтальная дорожная разметка на сегодняшний день является эффективным средством организации и обеспечения безопасности дорожного движения. Изменение схем организации движения при помощи дорожной разметки, могут увеличить пропускную способность улично-дорожной сети, эффективно организовать движение маршрутных транспортных средств и позволит в целом снизить аварийность. Для повышения уровня безопасности используют специализированные устройства, конструкции и изображения, применяемые на дорогах для регулирования дорожного движения, но тем не менее, без разметки просто невозможно обойтись. Она значительно улучшает восприятие в ночное время и особенно повышает бдительность водителей на опасных участках дорог и в зонах искусственных сооружений.

Horizontal road markings are currently an effective means of organizing and ensuring road safety. Changing traffic management schemes using road markings can increase the capacity of the road network, effectively organize the movement of route vehicles and will generally reduce the accident rate. To increase the level of safety, specialized devices, structures and images used on roads to regulate traffic are used, but nevertheless, it is simply impossible to do without markings. It significantly improves perception at night and especially increases the vigilance of drivers on dangerous sections of roads and in areas of artificial structures.

Аварийность на автомобильном транспорте наносит огромный материальный и моральный ущерб как обществу в целом, так и отдельным гражданам. Дорожно-транспортный травматизм приводит к исключению из сферы производства людей трудоспособного возраста. Гибнут или становятся инвалидами дети.

Согласно общемировой статистике смертности в дорожно-транспортных происшествиях (далее ДТП), в 2018 году Россия находилась на 72 месте по количеству погибших в ДТП (18 смертей на 100тыс

населения). Самый большой показатель принадлежал Либерии (35,9 смертей на 100 тыс. населения) и Сент-Люсии (35,4). Замыкающими «антирейтинг» стран оказались Мальдивы (0,9) и Сан-Марино (0) (рис.1.а).

В 2019 году Российская Федерация находилась на 114 месте по количеству смертей в ДТП (12 смертей на 100тыс населения), самый большой показатель принадлежал Доминикане (64,6 смертей на 100 тыс. населения) и Зимбабве (41,2), а наименьшая смертность на дорогах была зафиксирована в Микронезии (0,2), а также Антигуа и Барбуда (0) (рис.1.б). Статистика смертности на дорогах показывает, что в среднем по всему миру на дорогах погибает 17 человек на 100 тыс. населения в год. Систематизацией данных занимается Всемирный банк, который также публикует эти данные у себя в отчете Mortality caused by road traffic injury (per 100,000 people) [1].

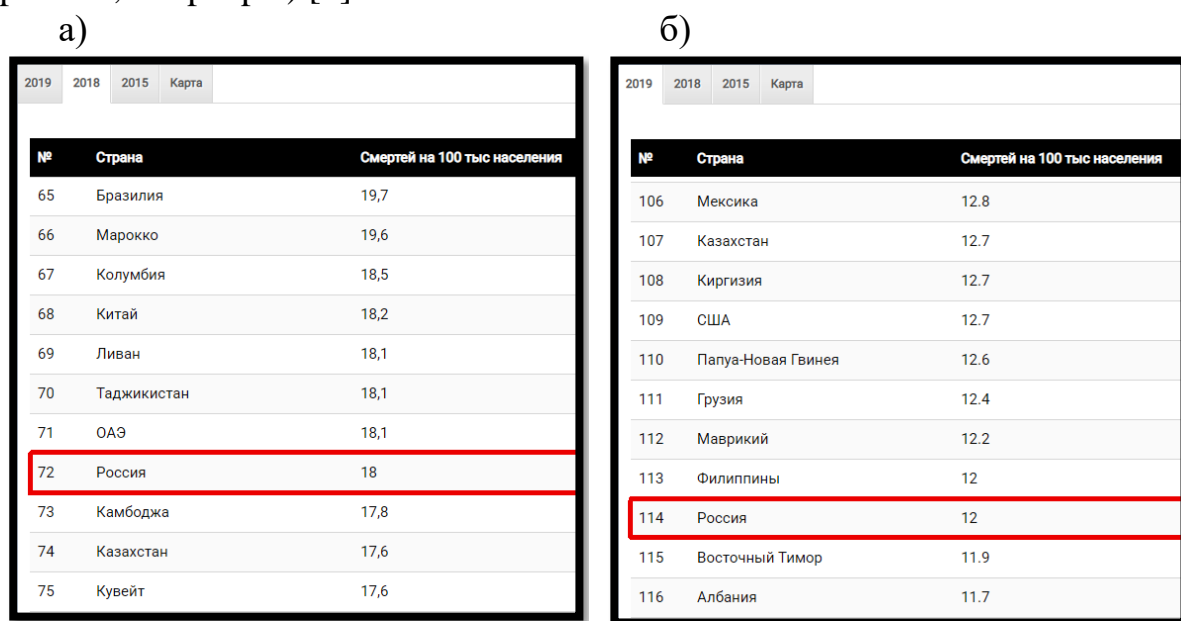


Рис. 1. а) Итоги отчёта ВОЗ за 2018 год по смертности в ДТП; б) Итоги отчёта ВОЗ за 2019 год по смертности в ДТП.

Общая статистика дорожно-транспортных происшествий в Российской Федерации показывает общую тенденцию к снижению показателей аварийности, но всё ещё является острой и актуальной проблемой.

Особую опасность представляют участки дорог в зонах искусственных сооружений. Проанализируем ДТП по Волгоградской и Ростовской области вблизи мостов, эстакад и путепроводов, по типам ДТП: наезд на препятствие, опрокидывание, съезд с дороги. Статистика ДТП по Волгоградской и Ростовской области представлена в таблице 1.

Таблица 1

Статистика ДТП по Волгоградской и Ростовской области вблизи мостов, эстакад и путепроводов, по типам ДТП: наезд на препятствие, опрокидывание, съезд с дороги за период с 2016 по 30.11.2021

Волгоградская область			
Год	ДТП	погибших	раненых
2016	16	1	20

2017	17	4	20
2018	16	1	19
2019	15	1	19
2020	16	2	18
До 30.11.2021	6	1	8
Ростовская область			
Год	ДТП	погибших	раненых
2016	30	5	29
2017	26	4	25
2018	13	3	19
2019	12	4	16
2020	9	0	9
До 30.11.2021	6	1	7

Согласно данным различных исследователей, отсутствие или неудовлетворительное состояние горизонтальной дорожной разметки увеличивает до 30 % число дорожно-транспортных происшествий, связанных с дорожными условиями. Неудовлетворительное состояние горизонтальной дорожной разметки является одним из значимых факторов возникновения опасной дорожной ситуации.

Статистика ДТП по Волгоградской и Ростовской области, в которых фигурирует фактор неудовлетворительного состояния ГДР (Отсутствие или плохая видимость ГДР) представлена в таблице 2.

Таблица 2

Статистика ДТП по Волгоградской и Ростовской области,
с фактом отсутствия или плохой видимости ГДР

Волгоградская область			
Год	ДТП	погибших	раненых
2016	1105	107	1379
2017	1103	120	1401
2018	864	1088	53
2019	807	1079	54
2020	718	931	79
До 30.11.2021	496	31	662
Ростовская область			
Год	ДТП	погибших	раненых
2016	1055	96	1258
2017	1043	82	1293
2018	507	54	581
2019	346	42	455
2020	305	34	354
До 30.11.2021	305	46	358

Сопутствующей причиной совершения большинства дорожно-транспортных происшествий является:

- отсутствие, либо плохая различимость горизонтальной дорожной разметки;

-не соответствие технических средств ОДД требованиям нормативных документов;

- солнечное ослепление;

- переутомление и снижение работоспособности водителя;

- состояние парагипноза (искусственная сонливость).

На сегодняшний день дорожная разметка должна иметь максимальную эффективность и функциональность, так как она сопровождает водителей транспортных средств на всем протяжении движения, в любое время года и время суток, в любых погодных условиях. Указанные обстоятельства обосновывают актуальность исследований в данном направлении.

Абакумов Г. В. и Кожемяко Ю. А. в статье «Улучшение потребительских свойств автомобильной дороги с учетом солнечного ослепления водителя» выявили, что солнечное ослепление способствует более быстрому переутомлению и снижению работоспособности водителя. В результате такого воздействия водитель не успевает адекватно учесть все дорожные факторы. Это зачастую приводит к возникновению аварийных ситуаций, вплоть до возникновения дорожно-транспортного происшествия [2].

Для предупреждения водителя об опасной ситуации в условиях ослепления могут использоваться слуховые раздражители, например, такие как «шумовые полосы». Плюс шумовых полос в том, что они находятся в зоне зрения водителя, на проезжей части, но при этом не на оси горизонта. При должных технических характеристиках такой разметки (таких как световозвращение и цветность) такая разметка станет кратковременным визуальным раздражителем, который введёт в тонус на необходимое время нервную систему водителя. Это особо важно при визуальном утомлении, ослеплении водителя, общем физическом утомлении и на опасных участках, таких как зоны искусственных сооружений.

Статья М. М. Девятова, Г. В. Скрылева, Хрунина М. В. и Давыденко Н. Д. «Создание эффекта импульсного световозвращения горизонтальной дорожной разметки на участках автомобильных дорог повышенной опасности» посвящена разработке метода воздействия рельефной горизонтальной разметки для повышения безопасности дорожного движения

Авторы поставили задачу провести анализ психофизиологических состояния водителя при обеспечении эффекте мелькания разметки. По представленной статистике авторов 25% всех ДТП произошли из-за ослабления внимания при вождении в результате развития сонливости за рулём. Авторами предлагается повысить световозвращающий эффект дорожной разметки с целью повышения концентрации внимания водителя. Этот метод по данным зарубежных исследований способствует снижению количества ДТП на 30-70%. В Японии благодаря данному методу количество аварий снизилось до 55%.

В последнее время на дорогах России активно стали использовать шумовые полосы как метод информирования участников дорожного движения об опасных участках автомобильных дорог. С целью увеличения полезных свойств горизонтальной дорожной разметки, таких как повышение световозвращения, увеличения срока службы разметки, применяется комбинированная схема с использованием фрезерованных шумовых полос. [3].

Стоит обращать внимание на соответствие технических средств организации дорожного движения требованиям нормативных документов. Чаще нормируется всё в зависимости от категории дороги, а не от сложности участка трассы.

Необходимо заметить, что искусственные сооружения являются технически сложной частью строящихся дорог. В зависимости от рельефа местности расходы на постройку обычно составляют до 10% общей стоимости дороги, а иногда, например, в горной местности, до 25%. В период эксплуатации искусственные сооружения требуют особо тщательного надзора и ухода.

Проблема засыпания за рулём актуальна на сегодняшний день. Причиной утомления является длительное и непрерывное управление транспортным средством (далее ТС) или же нехватка сна и отдыха перед поездкой. Усилению этого состояния способствуют разнообразные факторы: интенсивность и плотность потока, время суток, однообразный ландшафт, расслабляющая музыка, характер дороги, погода и т.д.

Кроме утомления и сна причиной ДТП может стать состояние парагипноза (искусственная сонливость). В такое состояние чаще всего можно впасть на загородной дороге, где при длительном движении с одинаковой скоростью мелькающие почти с равной частотой деревья, столбы, разметка вызывают оцепенение, которое можно сравнить с гипнозом. В этом состоянии водитель может проехать множество километров, полностью контролируя транспортное средство и реагируя на внешние раздражители. Однако в таком состоянии в несколько раз снижается скорость реакции. И при возникновении опасной ситуации водитель может не успеть предпринять нужные меры.

Чтобы предотвратить возникновение аварийных ситуаций, повысить скорость реакции и концентрацию внимания водителя за рулём, планируется рассмотреть виды и исследования модернизированной разметки и изделий, покрытой световозвращающей плёнкой. Будет проанализирована взаимосвязь психофизиологических свойства человека и свойств технических средств организации дорожного движения. Тем самым планируется дополнить классификацию дорожной разметки для опасных участков дорог.

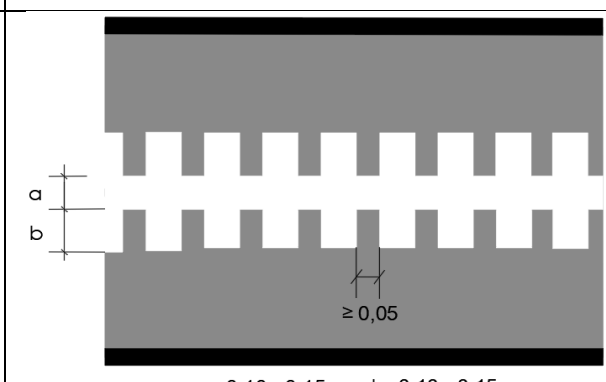
Первый предполагаемый вид модернизированной разметки относится к сплошной одиночной с применением гребёнки, создающая эффект

аналогичный действию «шумовых полос», форма и размеры представленный в таблице 3.

Данный вид отличается тем, что предотвращает выезд на встречную полосу движения, тем самым предотвращая лобовое столкновение автомобилей, которое является самым опасным согласно статистике ДТП.

Таблица 3

Предлагаемый дополнительный вид разметки для опасных участков автомобильных дорог

Номер разметки	Форма и размеры, м.	Цвет	Описание
1.1.1	 <p style="text-align: center;">a=0,10 - 0,15 b=0,10 - 0,15</p>	белый	Сплошная одиночная линия с применением гребёнки, расположенная на оси проезжей части

Представленная разметка привлекает внимание водителя при наезде на разделительную полосу, но она занимает значительную часть проезжей части, поэтому предусмотрена для дорог выше 3 категории.

Внедрение дополнительных технических средств организации дорожного движения на опасных участках автомобильных дорог и дополнение подобной предложенной классификации дорожной разметки будет способствовать снижению количества и тяжести дорожно-транспортного происшествия, и повышения бдительности водителей на подходах к искусственным сооружениям.

Библиографический список:

1. Информационный портал NoNews. [Электронный ресурс]. Рейтинг стран по уровню смертности в ДТП. Публицист Михаил Макогон. URL: <https://nonews.co/directory/lists/countries/mortality-road-traffic>.
2. Абакумов Г., Кожемяков Ю. А. Улучшение потребительских свойств автомобильной дороги с учетом солнечного ослепления водителя // Проблемы эксплуатации и обслуживания транспортно-технологических машин: Материалы Международной научно-технической конференции, Тюмень, 08 апреля 2009 года – Тюмень: Тюменский государственный нефтегазовый университет, 2009. – С. 3-4.
3. Создание эффекта импульсного световозвращения горизонтальной дорожной разметки на участках автомобильных дорог повышенной опасности / М. М. Девятов, Г. В. Скрылев, М. В. Хрунина, Н. Д. Давыденко // Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Строительство и архитектура. – 2019. – № 3(76). – С. 50-62.
4. Мигдалов Е.Ф., Денисов И.В. Способы повышения внимательности водителя за рулём автотранспортных средств. - 2019. – С.980-985.

УДК 656.09

СОСТОЯНИЕ ТЕХНИЧЕСКОГО ОСНАЩЕНИЯ ПЕШЕХОДНЫХ ПУТЕЙ ДЛЯ МАЛОМОБИЛЬНЫХ ГРУПП НАСЕЛЕНИЯ В ЦЕНТРАЛЬНОМ РАЙОНЕ Г. ВОЛГОГРАДА

Филимонова Э.П. (гр. АТ-414)

Научный руководитель – доцент Санжапов Р.Р.

Волгоградский государственный технический университет

К маломобильным группам граждан относится довольно большое число людей, поэтому необходимо обратить больше внимания на безопасность движения пешеходов. Здесь рассматривается оснащение Центрального района г. Волгограда оборудованием для маломобильных групп граждан.

A fairly large number of people belong to low-mobility groups of citizens, so it is necessary to pay more attention to the safety of pedestrians. Here we consider equipping the Central District of Volgograd with equipment for low-mobility groups of citizens.

Рассматривая современное состояние обеспечения безопасности движения маломобильных групп населения в Центральном районе г. Волгограда надо отметить недостаточное оснащение пешеходных путей. Текущее состояние является плачевным не смотря на существующие законодательные акты и программу «Доступная среда», предусматривающую оснащение пешеходной среды специальным оборудованием для инвалидов и маломобильных групп населения. Как можно видеть предоставленных ниже фото, являющихся результатом проведённых исследований состояния городской среды, следует отметить нарушения в обустройстве пешеходных путей: на рис. 1 представлено отсутствие пандуса на пересечении с проезжей частью на пл. им. пл. Павших Борцов, 1,

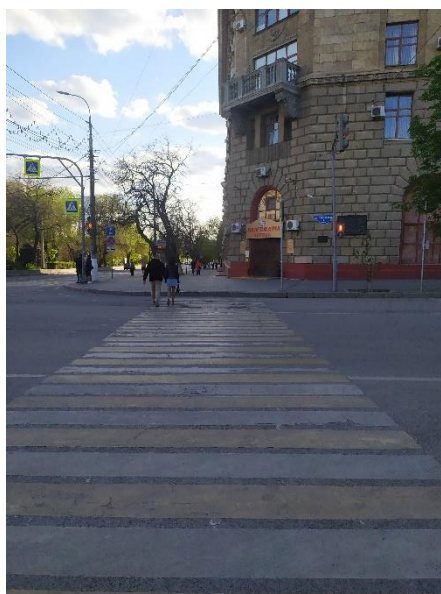


Рис. 1. Отсутствие бордюрного пандуса

на рис. 2 видно нарушение ширины пандуса на пр. имени В.И. Ленина, 28(рулетка установлена на нормативные 1,5 метра [1]),



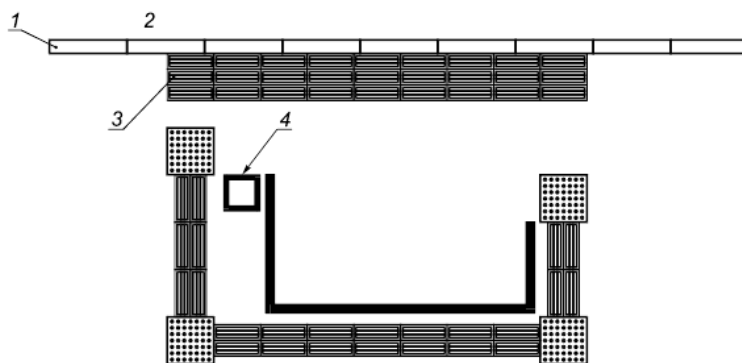
Рис. 2. Недостаточная ширина бордюрного пандуса

На рис. 3 мы видим недопустимый перепад между бордюрным камнем и дорожным покрытием, что приводит к небезопасному проезду детских и инвалидных колясок, а также затрудняет проезд грузовых тележек. Максимальный нормативный зазор составляет 0,015 м [1].



Рис. 3. Ненормативный перепад между бордюрным пандусом и дорожным покрытием

Далее следует обратить внимание на оборудование для слепых и слабовидящих людей. На улицах Волгограда к такому оборудованию относится тактильная плитка, устанавливаемая в соответствии с требованиями [2] (рис. 4) перед пешеходными переходами, на остановках и вдоль пешеходных путей. Как видно на рис. 5: на большинстве перекрестков города не соблюдаются требования по нормативному размещению тактильной плитки.



1 - бордюрный камень; 2 - проезжая часть; 3 - тротуар; 4 - урна

Рисунок А.8 - Применение ТНУ для обустройства тактильно обозначенных путей следования вдоль стенков остановочного павильона и поля посадки в маршрутные транспортные средства

Рис. 4. Правила размещения тактильной плитки на остановочном пункте

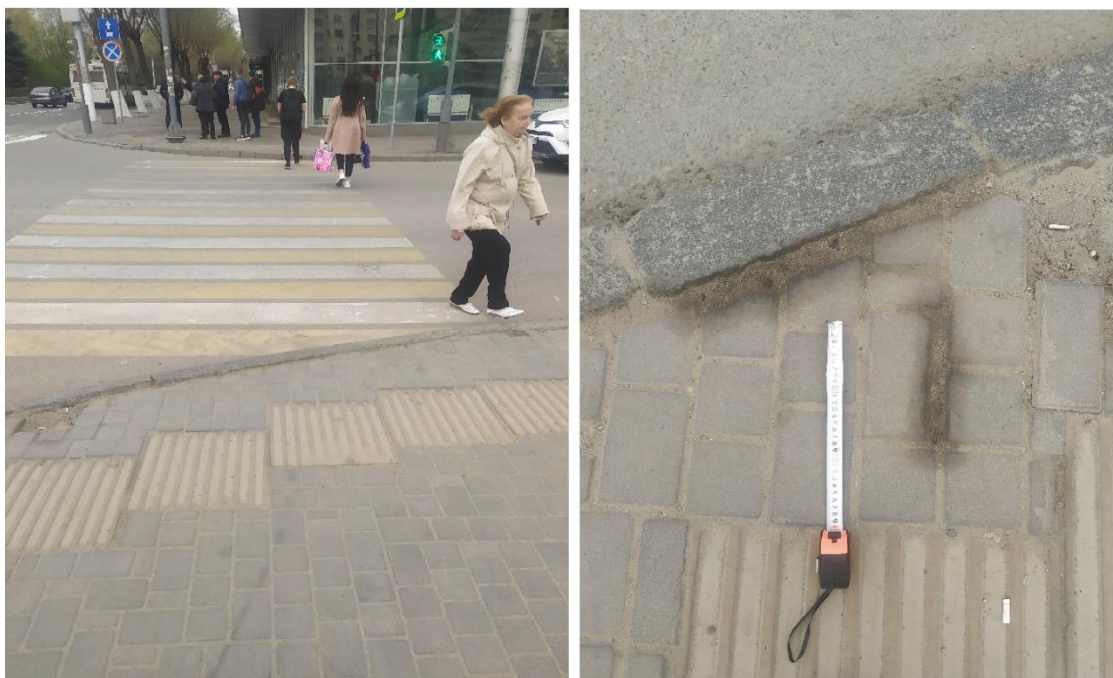


Рис.5. Размещение тактильной плитки по адресу пр. имени В.И. Ленина, 6

Так же обстоят дела с размещением тактильной плитки на остановках и в спуске переходов метро: плитка расположена с нарушением нормативных норм [2] по всему городу. В процессе исследования мне не удалось найти плитку, расположенную в соответствии с требованиями.

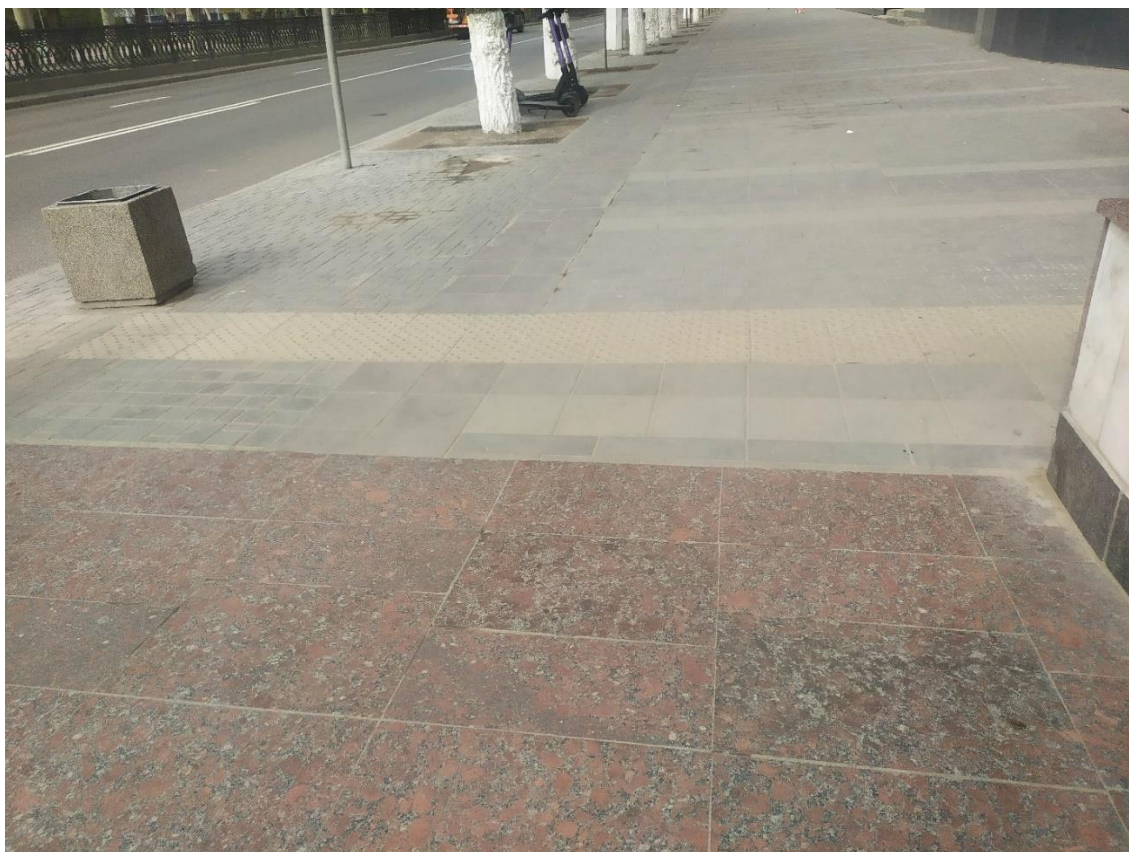


Рис. 4. Размещение тактильной плитки на спуске в станцию метро Комсомольская

Из всего вышеприведённого следует вывод что в Центральном районе г. Волгограда безопасность передвижения маломобильных групп граждан находится на низком уровне. Оборудование недостаточно, установлено не в соответствии с правилами или отсутствует.

Библиографический список:

1. ГОСТ Р 52875-2018 Указатели наземные тактильные для инвалидов по зрению. Технические требования – Взамен ГОСТ Р 52875-2007 Москва: Стандартинформ, 2020
2. СП 59.13330.2020 Доступность зданий и сооружений для маломобильных групп населения. – Взамен СНиП 35-01-2001 Москва: Стандартинформ, 2020

Filimonova E.P. The state of technical equipment of pedestrian paths for people with limited mobility in the Central District of Volgograd

УДК 656.13.08

**СТАТИСТИКА ДОРОЖНО-ТРАНСПОРТНЫХ
ПРОИСШЕСТВИЙ Г. ВОЛГОГРАДА**

Чернышова П.И. (АД-1-20), Балванова В.С. (АД-1-20), Барлит О.Б.
(КБТ-1-18), Матвеев А.В. (ОБД-2017)

Научный руководитель – канд. техн. наук, доцент Артемова С.Г.

Волгоградский государственный технический университет

В данной статье рассматриваются основные причины и виды дорожно-транспортных происшествий, их статистика в г. Волгограде за 2018-2021 гг.

This article discusses the main causes and types of road traffic accidents, statistics of these accidents in Volgograd for 2018-2021.

Тема безопасности дорожного движения и дорожно-транспортных происшествий (ДТП) особенно актуальна сегодня не только для водителей, но и для пешеходов.

Увеличение количества транспортных средств, неподготовленность существующих автомобильных дорог к постоянно растущему транспортному потоку создает сложные дорожно-транспортные условия, в которых трудно сохранять безопасность движения и избегать аварий, в том числе с участием пешеходов [1].

Статистика ДТП в г. за последние 4 года (2018-2021 гг.) показывает, что количество аварий в г. Волгоград немного снизилось, но, несмотря на это, проблема остается актуальной [2].

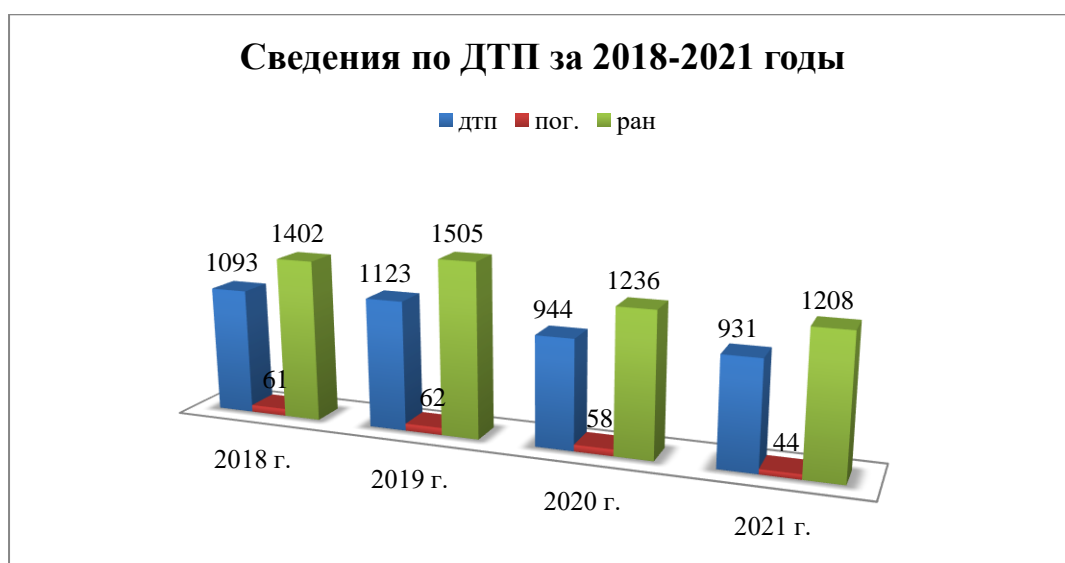


Рис. 1. Гистограмма сведений по ДТП г. Волгоград за 2018-2021 годы.

Наиболее аварийными районами Волгограда за 2021 год оказались Дзержинский (176), Красноармейский (123) и Центральный (123). Больше всего погибших в Красноармейском районе (11).

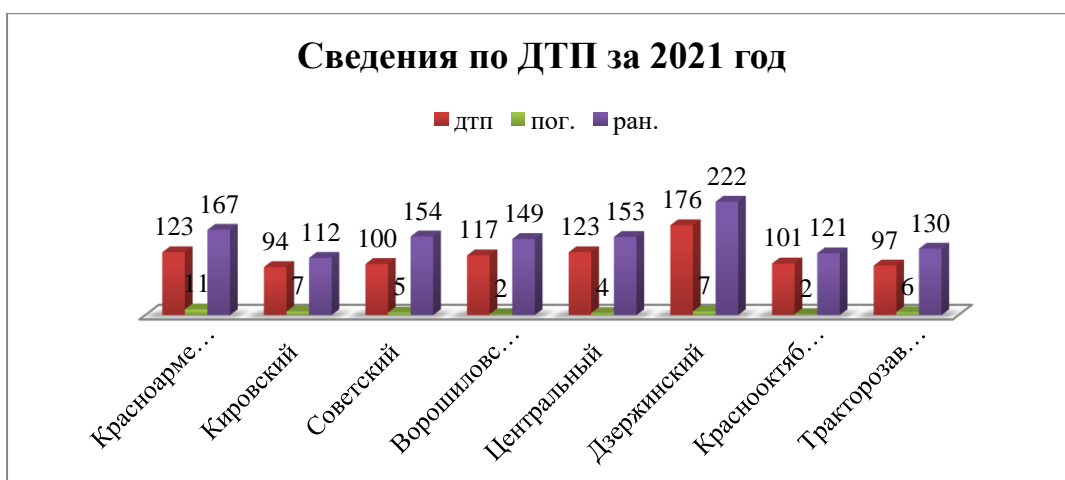


Рис. 2. Гистограмма сведений ДТП по районам г. Волгограда за 2021 г.

Среди основных причин ДТП можно выделить следующие:

- несоответствие скорости дорожным условиям;
- несоблюдение очередности проезда;
- управление ТС в нетрезвом состоянии;
- отказ от медицинского освидетельствования;
- неудовлетворительные дорожные условия;
- выезд на полосу встречного движения;
- управление без прав;
- превышение скорости.

К наиболее распространенным причинам ДТП в г. Волгоград относятся неудовлетворительные дорожные условия (41%) и несоблюдение очередности проезда (32%), также, значительной причиной ДТП является управление в нетрезвом состоянии (УНС) (11%).

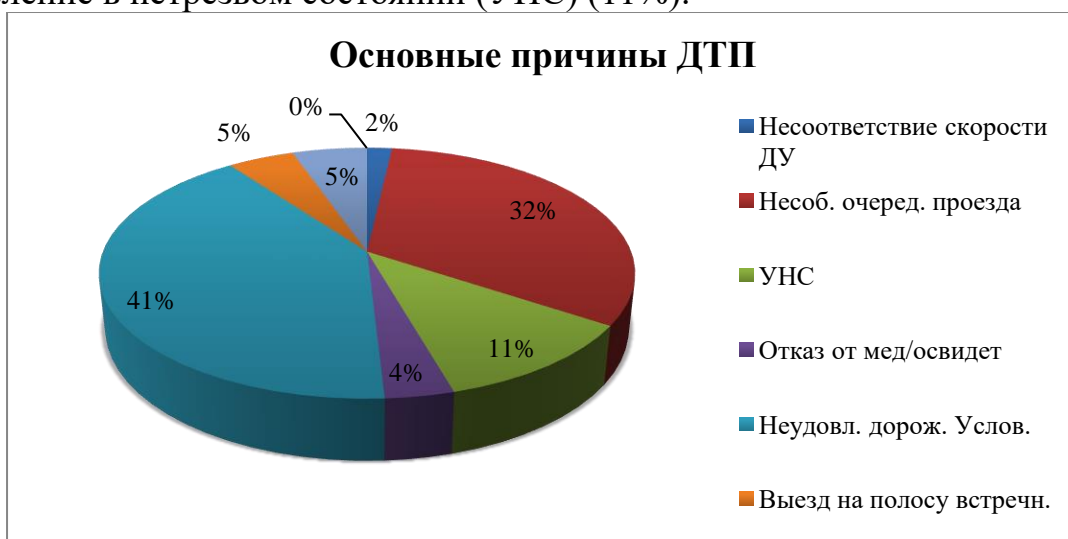


Рис. 3. Основные причины ДТП в г. Волгоград (2021 г.).

Далее рассмотрим подробнее основные причины ДТП в г. Волгоград за 2021 г.

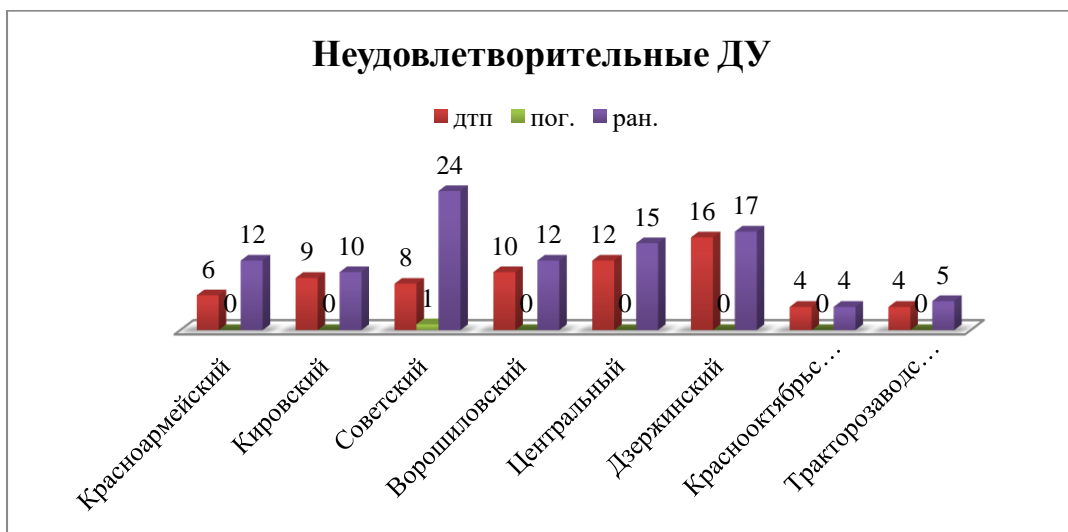


Рис. 4. Гистограмма ДТП по причине неудовлетворительных дорожных условий по районам г. Волгограда.

По причине неудовлетворительных дорожных условий только за 2021 г. было зафиксировано 69 ДТП, 99 человек были ранены, 1 погиб. Больше всего аварий по этой причине произошло в Дзержинском районе (16). Наименее опасными с точки зрения дорожных условий являются Тракторозаводский (4) и Краснооктябрьский (4) районы.



Рис. 5. Гистограмма ДТП по причине несоблюдения очередности проезда по районам г. Волгограда.

В результате несоблюдения очередности проезда произошло 55 дорожно-транспортных происшествий, в которых были ранены 80 человек. Наибольшее количество ДТП в Дзержинском районе (13); наименьшее – в Тракторозаводском (2), Советском (4) и Кировском (4) районах.

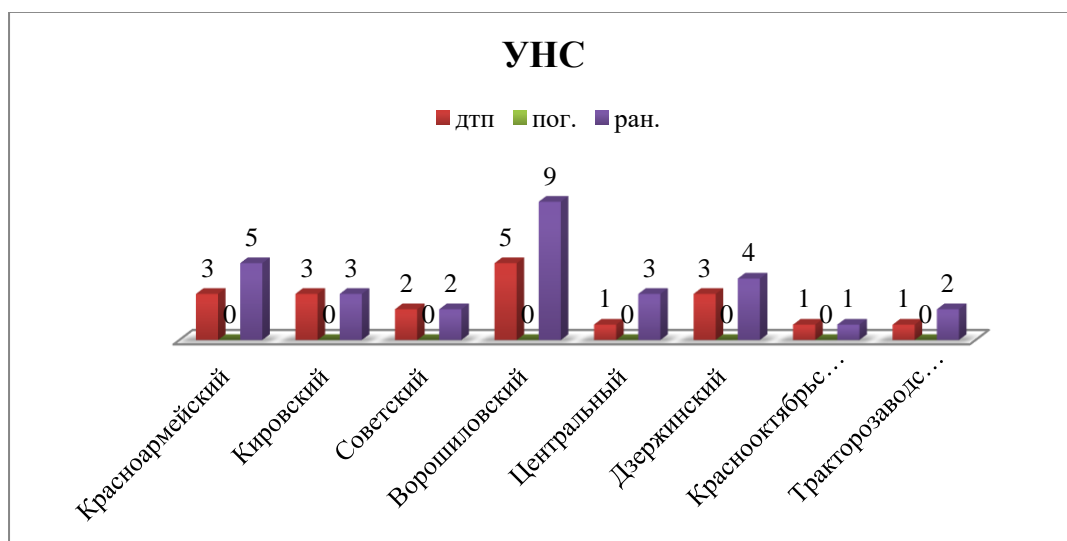


Рис. 6. Гистограмма ДТП по причине управления в нетрезвом состоянии по районам г. Волгограда.

По причине управления в нетрезвом состоянии зафиксировано 19 аварий, в результате которых пострадали 29 человек.

В результате рассмотренных выше различных причин дорожно-транспортных происшествий возникают различные их виды. Существует несколько классификаций ДТП. Главная классификация ДТП, представленная ниже, связана с особенностями их возникновения.

К основным видам ДТП можно отнести:

- наезд на пешехода;
- столкновение;
- опрокидывание;
- падение пассажира;
- наезд на ТС;
- наезд на велосипедиста;
- наезд на препятствие.

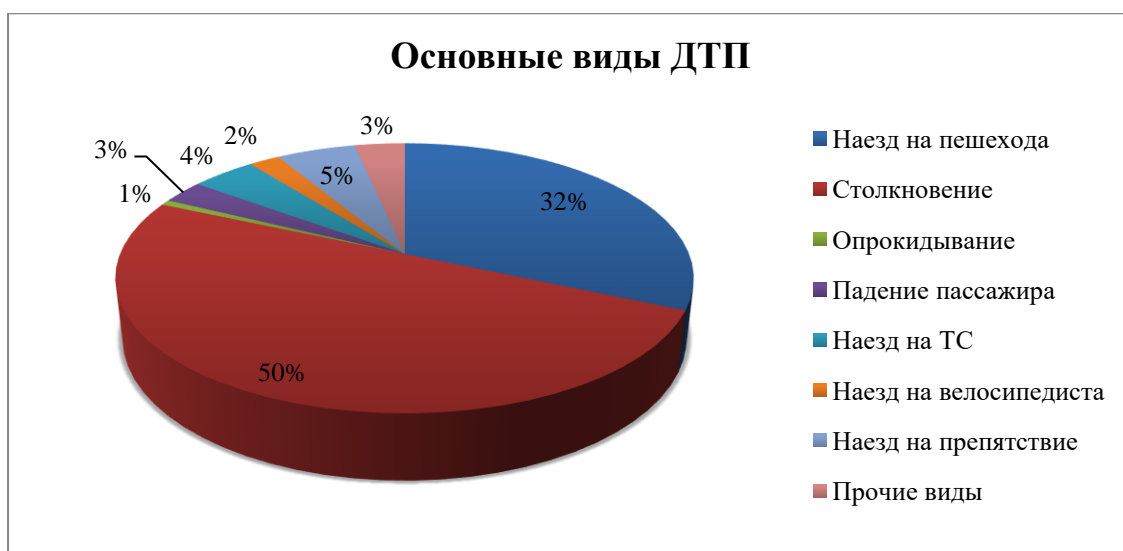


Рис. 7. Основные виды ДТП в г. Волгоград (2021 г.).

Самыми распространенными видами ДТП в г. Волгоград являются столкновения (50%) и наезд на пешехода (32%).

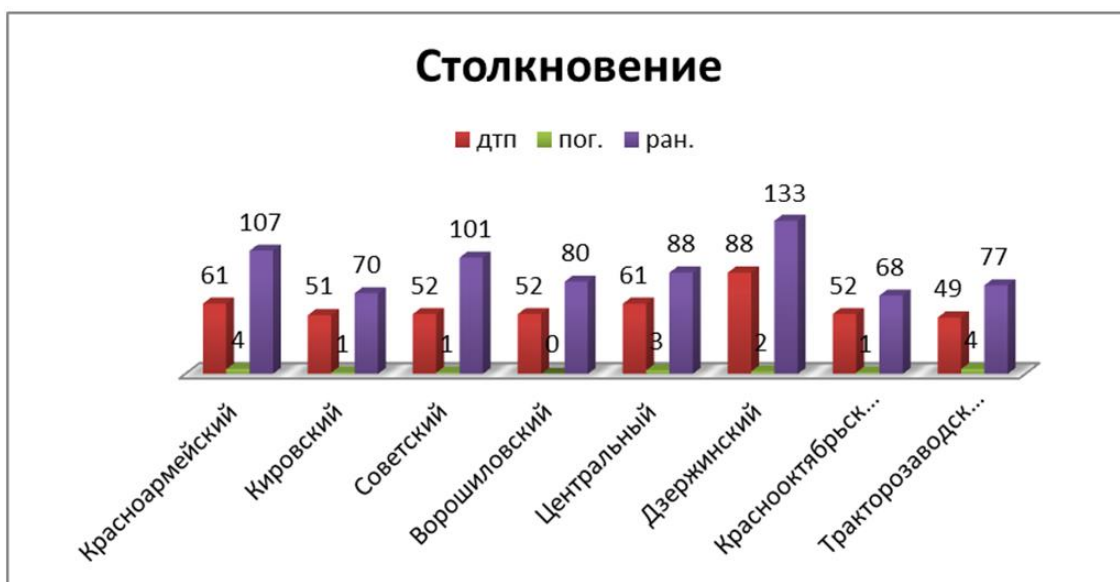


Рис. 8. Гистограмма ДТП по результатам столкновений в районах г. Волгограда.

За 2021 г. произошло 466 столкновений, в результате которых 724 человека были ранены, а 16 – погибли. Наибольшее количество ДТП случилось в Дзержинском районе (88); наименьшее – в Тракторозаводском (49) и Кировском (51) районах.

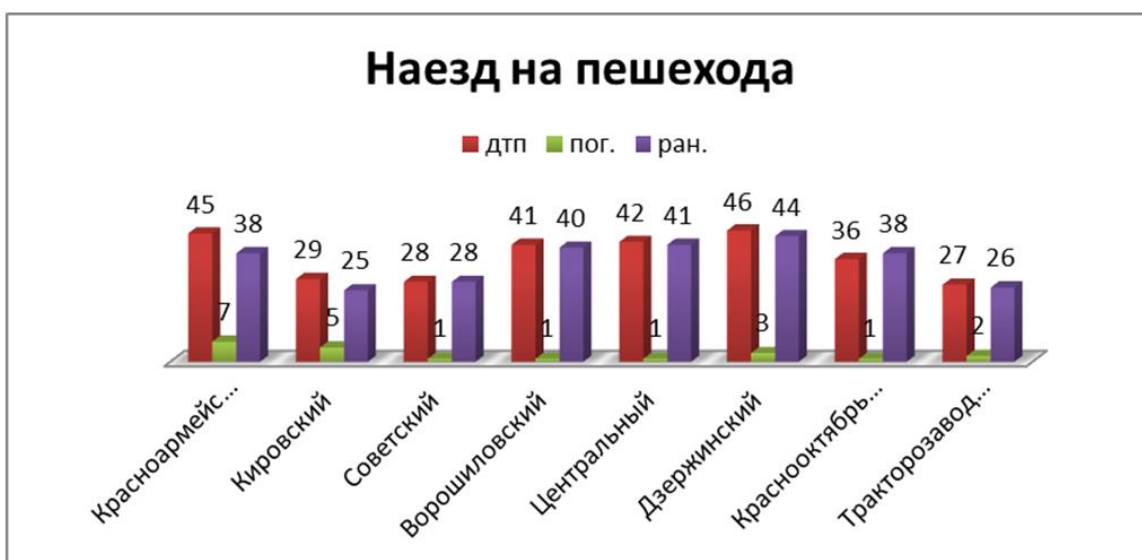


Рис. 9. Гистограмма ДТП по результатам наезда на пешеходов в районах г. Волгограда

Зафиксировано 294 случая наезда на пешехода. При этом, были ранены 280 человек и 21 человек погиб. Больше всего аварий произошло в Дзержинском (46) и Красноармейском (45) районах.

Причиной наезда на пешехода может стать не только ошибка водителя, сложные дорожные условия или техническая неисправность автомобиля, но и нарушение правил дорожного движения пешеходом. Нередко пешеходы переходят дорогу в местах, не предназначенных для этого забывая не только о своей безопасности, но и о безопасности остальных участников дорожного движения.



Рис. 10. Гистограмма нарушений правил дорожного движения пешеходами по районам г. Волгограда

В результате нарушения ПДД пешеходами произошло 27 ДТП, в каждом были пострадавшие – раненые (25) и погибшие (2).

С целью улучшения качества автомобильных дорог, их безопасности, снижения риска дорожно-транспортных происшествий создаются различные государственные программы. Одна из них – программа «Безопасные качественные дороги РФ».

«Безопасные качественные дороги» — национальный проект, реализуемый в 84 регионах страны. Он оказывает большое влияние на транспортную инфраструктуру в России: строятся новые современные магистрали, мосты и путепроводы, применяются современные технологии и материалы, внедряются интеллектуальные транспортные системы, повышается сохранность трасс [3].

В рамках нацпроекта «Безопасные качественные дороги» запланировано завершение реконструкции А-260 на участке км 11+000 – км 24+500, реконструкции Р-22 на участке км 903+500 – км 922+000, реконструкции участка автодороги М-21 Волгоград–Каменск-Шахтинский до границы с Украиной в обход п. М. Горького. Также продолжится строительство 1-го и 2-го этапов обхода Волгограда с вводом в эксплуатацию в 2024 году.

Главная цель национального проекта «Безопасные качественные дороги» — повышение качества жизни населения.

В последние годы на развитие дорог в российских регионах выделяется беспрецедентное федеральное финансирование. Так, в начале июня Президент РФ Владимир Путин одобрил план дорожного строительства на 2023-2027 годы, на реализацию мероприятий направят 13,2 трлн рублей. В рамках пятилетнего плана будет обеспечено опережающее исполнение показателей по доведению до норматива 85 % дорог в 105 крупнейших агломерациях и более 50 % дорог в регионах. Эта цель должна быть достигнута в 2024 году, однако за счет опережающего финансирования и

системной работы показатель будет выполнен в 2023 году (за исключением восьми регионов).

Основной инструмент достижения стратегической цели — национальный проект «Безопасные качественные дороги». Так, в 2022 году благодаря его реализации в 84 субъектах страны к нормативу приведут более 15 тыс. км дорожной сети.

Волгоградская область в 2017 году в числе 38 крупнейших городских агломераций в составе 36 субъектов России приняла участие в федеральном приоритетном проекте "Безопасные качественные дороги", который с 2019 года трансформировался в национальный проект, и, на сегодняшний день, расширил свою географию до 105 агломераций в составе 84 субъектов. За этот период наши дорожники восстановили порядка 1500 км региональной или межмуниципальной сети, а также дорожной сети Волгоградской и Волжской агломераций. В порядок приводят не только главные магистрали города, но и дворовые дороги. Это ведет к уменьшению количества ДТП.

Библиографический список:

1. Е. Козловская «Дорожно-транспортные происшествия с участием детей дошкольного возраста». [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://vg.mskobr.ru/users_files/t.afanasieva@mailvg.ru/files/dtp_s_uchastiem_doshkol_niko_v_stat_ya1.pdf (дата обращения: 17.06.2022).

2. Статистические сведения о состоянии безопасности дорожного движения и количестве ДТП. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://xn--90adear.xn--p1ai/r/34> (дата обращения: 17.06.2022).

3. Безопасные качественные дороги. Национальные проекты России. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://bkdrf.ru/> (дата обращения 19.06.2022).

Chernyshova P.I., Balvanova V.S., Barlit O.B., Matveev A.V. Research advisor – Ph. D. in Engineering Science Artemova S.G. Statistics of road accidents in Volgograd

УДК 658.788.5 (470:480)

АНАЛИЗ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ТРАНСПОРТНО-ЛОГИСТИЧЕСКИХ СИСТЕМ РОССИИ И ФИНЛЯНДИИ

Чиркова Л.С., Кочетова И.П. (гр. АТ-317)

Научный руководитель – канд. техн. наук, доцент Куликов А. В.

Волгоградский государственный технический университет

В данной работе рассмотрены транспортно-логистические системы России и Финляндии. Проанализирован грузооборот экспорта и импорта между Россией и Финляндией. Найдены пути эффективного взаимодействия транспортно-логистических систем России и Финляндии.

This work examines the transport and logistics systems between Russia and Finland. Analyzed the turnover of exports and imports between Russia and Finland. The ways of effective interaction of transport and logistics systems between Russia and Finland.

Развитая транспортная инфраструктура Финляндии способствует развитию торгово-экономических связей с Россией и другими странами

северной Европы. По данным Министерства транспорта и связей Финляндии транспортная сеть автодорог в Финляндии включает в себя множество видов: государственные магистрали общего пользования, частные дороги, муниципальные уличные сети. Общая протяженность автодорог Финляндии на конец 2019 г. составляла около 454 тыс. км. Общее количество государственных дорог - 78 тыс. км. Финляндия имеет приблизительно 8300 км прибрежных маршрутов и 8000 км внутренних водных путей [1]. Общая протяжённость российской сети автодорог общего пользования федерального, регионального и местного значения оценивалась Росстатом по состоянию на 2019 г. в 1,542 млн. км, в том числе 1,089 млн. км с твёрдым покрытием. Эксплуатационная длина российских железнодорожных путей общего пользования составила 87 000 км. Протяженность газопроводов - 181 тыс. км, нефтепроводов - 54 тыс. км [2].

Грузовые перевозки между Россией и Финляндией существуют на основании Соглашения между Правительством Российской Федерации и Правительством Финляндской Республики о международном автомобильном сообщении от 27 октября 1995 г., соглашение о внесении изменений в которое было подписано сторонами 14 декабря 2017 г. и вступило в силу 19 апреля 2019 г. По данным изменениям Россия имеет право осуществлять перевозки грузов по территории Финляндии автотранспортом до 44 т. вместе с грузом без необходимости получать на это специальные разрешения [3].

Актуальность данной темы обуславливается тем, что Финляндия является одним из главных партнеров России по грузовым перевозкам. На 2019 г. по данным Минтранс России автомобильные перевозки в Финляндию составляют около 30 % от объема всего рынка международных автоперевозок России.

На рис. 1 приведена статистика экспорта и импорта между Россией и Финляндией с 2013 по 2019 г. [4]. По графику можно сделать следующие выводы:

- В 2019 г. экспорт составил 10.1 млрд. долларов, уменьшившись по сравнению с 2013 г. на 24 %.

- В 2019 г. импорт составил 3.48 млрд. долларов, уменьшившись по сравнению с аналогичным периодом 2013 г. на 35,5 %.

- В 2019 г. грузооборот экспортируемых товаров больше на 65,5 % по сравнению с импортируемыми товарами.

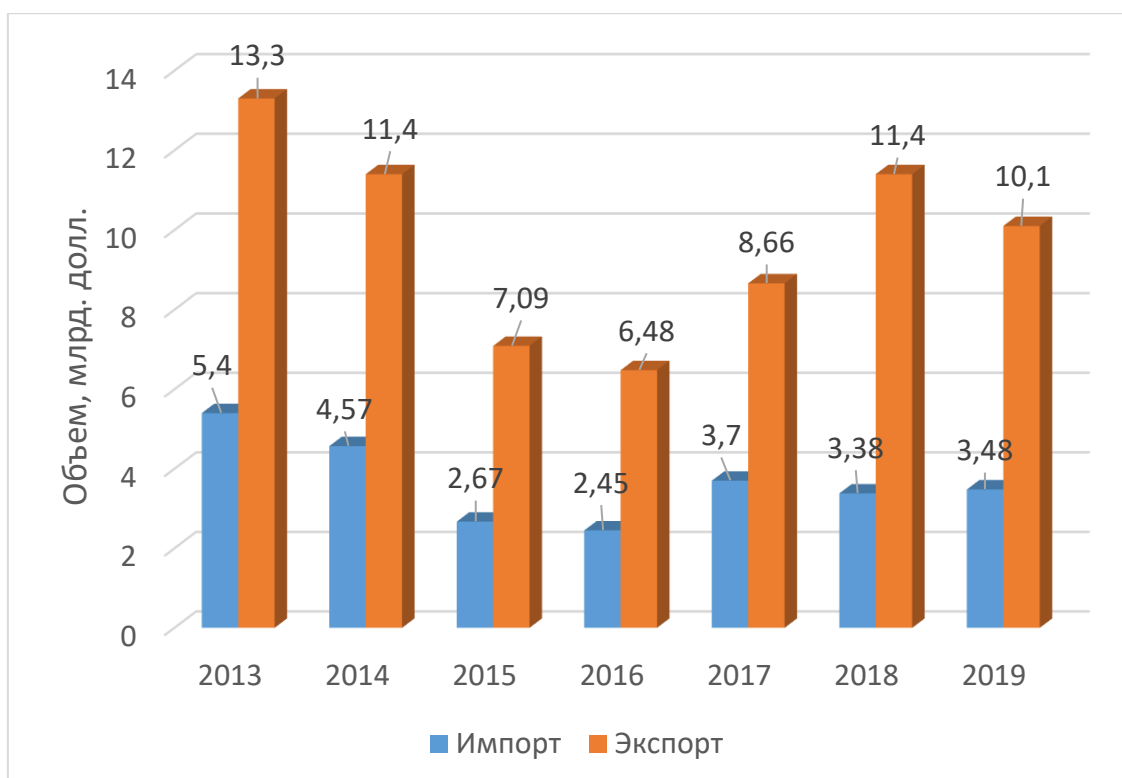


Рис.1. Экспорт и импорт между Россией и Финляндией

На сегодняшний грузопоток из России в Финляндию состоит в основном из минеральных продуктов (62,9 %), химической промышленности (11, 9 %), металлов и изделий из них (8,10 %) [4].

Россия в свою очередь импортирует финскую продукцию высокой переработки: машины, оборудование и аппаратуру (26,90 %), книги, бумагу, картон (14,9 %), продукцию химической промышленности (11,20 %) [4].

На рис. 2 изображена структура экспортируемых и импортируемых товаров.

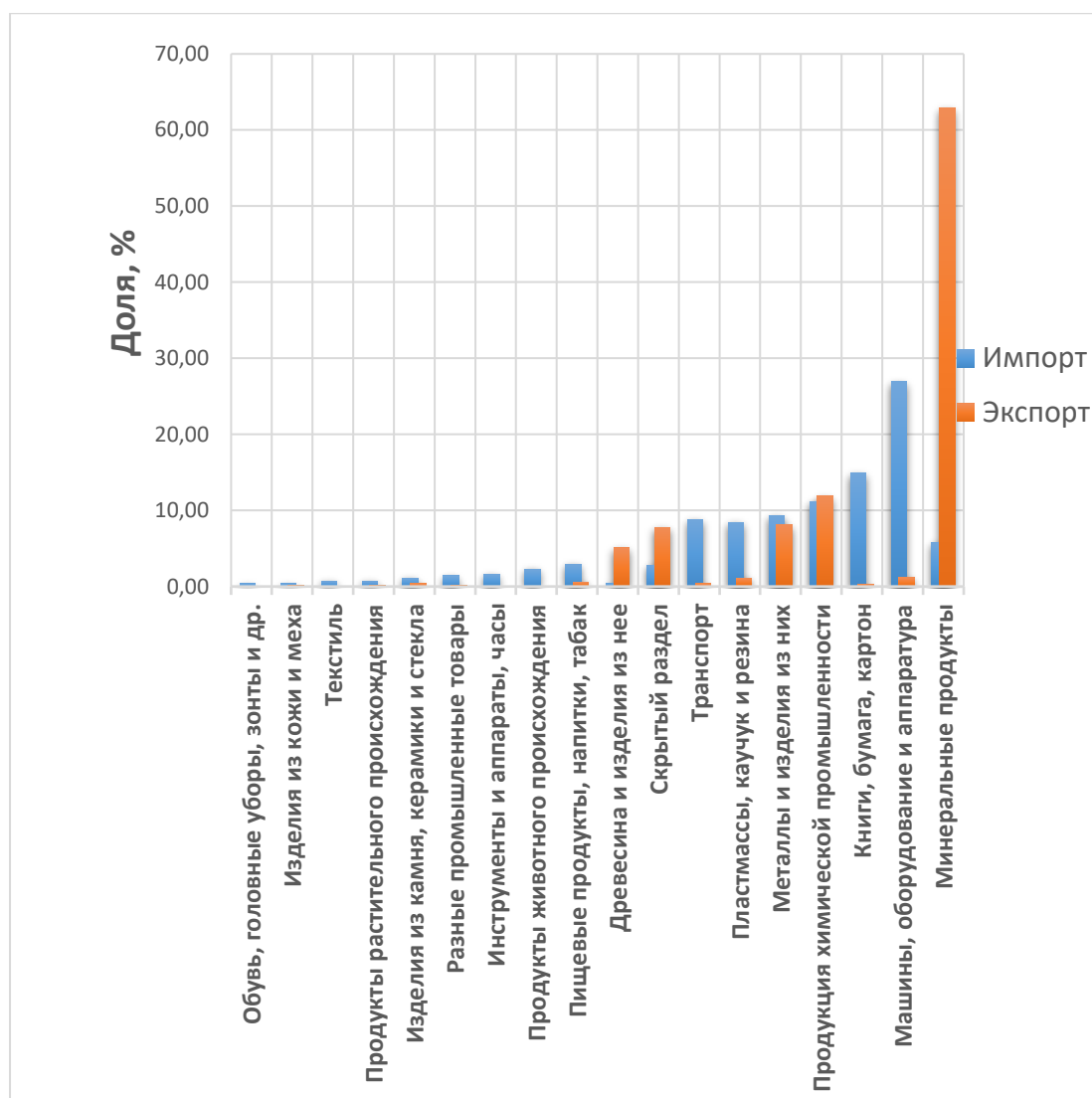


Рис. 2. Структура экспортируемых и импортируемых товаров между Россией и Финляндией

Пассажирские перевозки из России в Финляндию осуществляются всеми основными видами транспорта – автомобильным, морским, железнодорожным и авиационным.

На рис. 3 представлено сравнение пассажиропотока из России в Финляндию по всем видам транспорта за 2016 г. По данным Минтранса России, наибольший объем перевозок пассажиров в российско-финляндском направлении в 2016 г. пришелся на автомобильный транспорт, им было перевезено 4,24 млн. пас.

Наименьшим спросом пользуется авиационный транспорт, которым в российско-финляндском направлении было перевезено 131 тыс. пасс. [5].

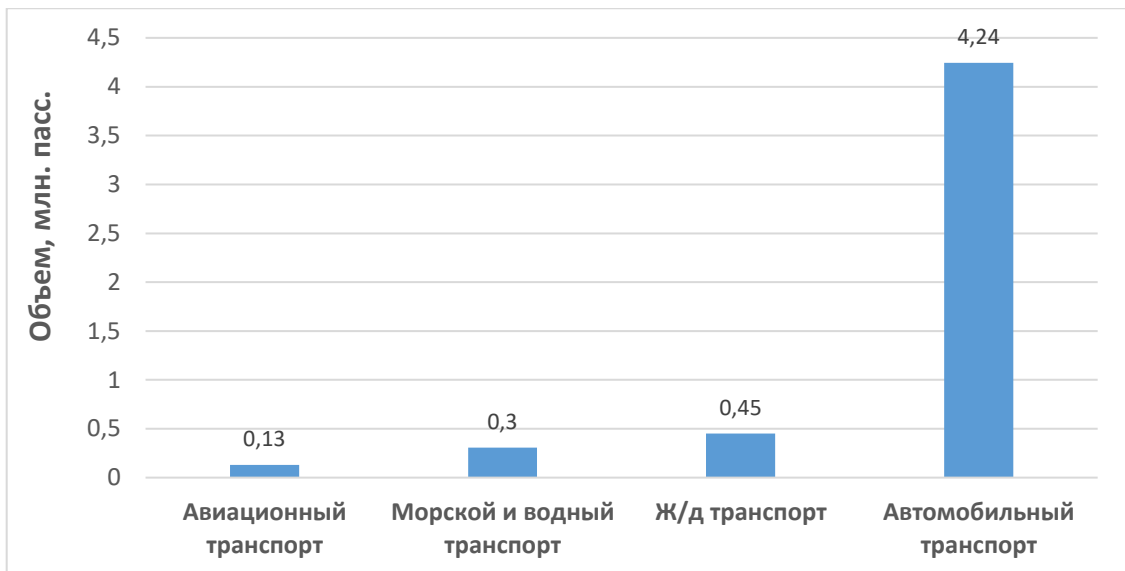


Рис. 3. Пассажиропоток между Россией и Финляндией по видам транспорта

По сведениям Пограничной охраны Финляндии общий пассажиропоток в 2016 г. российско-финляндской границе составил 8,71 млн. пересечений. Доля Россиян в пассажиропотоке составила 64 %, финнов – 32 %. Количество граждан РФ, путешествующих в Финляндию, составило 5,99 млн. чел. Количество граждан Финляндии, приезжающих в Россию составило 2,8 млн. чел. На рис. 4 представлены маршруты для перевозки пассажиров из России в Финляндию.

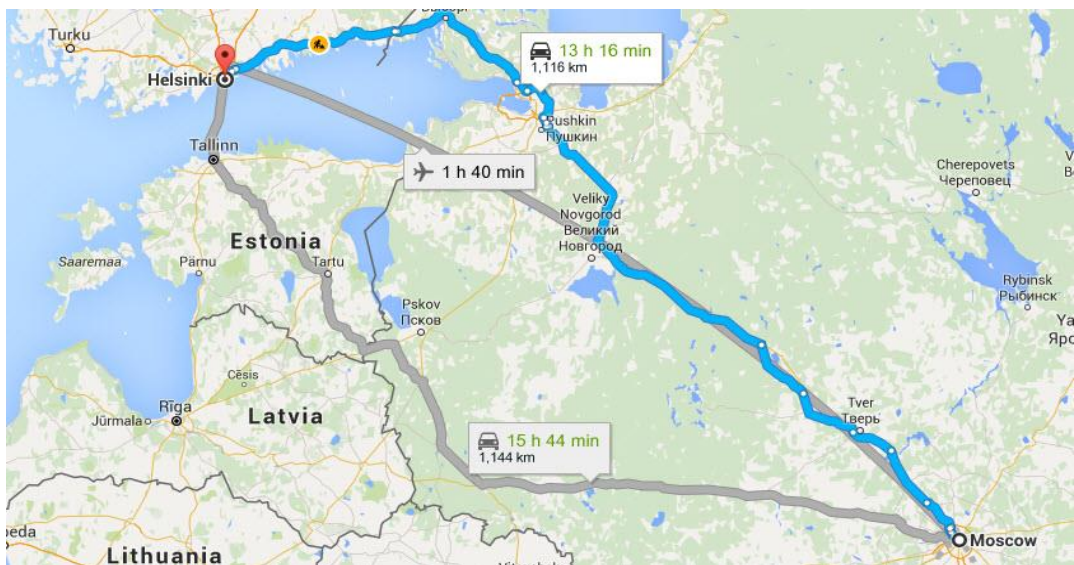


Рис. 4. Маршруты для перевозки пассажиров из России в Финляндию

По данным Статистического центра Финляндии, по итогам 2016 г. Россияне стали самой многочисленной группой иностранных туристов в Финляндии [6].

Учитывая близкое расположение стран, в настоящее время активно используются все виды транспортировки. В некоторых случаях актуально применять мультимодальную доставку с использованием сразу нескольких видов транспортных средств для доставки товара конечному получателю.

Самой популярной техникой считается автомобиль. Минимальное расстояние позволяет быстро (от 3-х дней) доставить продукцию за небольшие деньги. Но это условие действует, если выполнять рейс по маршруту Финляндия-Санкт-Петербург. В Москву отвозить груз автомобилем накладнее.

Для выполнения срочных заказов выбирают воздушные суда. Срок поставки будет минимальным (от 2-х дней), но стоимость транспортировки увеличится. Для взлетов и посадок самолета редко используется северная столица, чаще всего это города с аэропортами международного класса.

Железнодорожные пути сообщения наравне с другими пользуются спросом. В некоторых случаях отправление поездом обходится выгоднее[6].

Общая протяженность фарватеров в морских территориях Финляндии составляет более 7,5 тыс. км, а используемых для навигации внутренних водных путей — более 6,5 тыс. км. Водный транспорт оснащен современным навигационным оборудованием. Он обслуживается качественной лоцманской службой, что позволяет поддерживать на высоком уровне обслуживание морских и речных судов всех типов и классов. Водным транспортом ежегодно перевозится 100 млн. т. грузов, из которых на долю российско-финского направления приходится 16%. По объемам грузоперевозок морским транспортом в общем объеме морских международных перевозок Финляндии, Российская Федерация находится на втором месте, уступая лишь Германии. Основные пристани находятся в городах Хельсинки, Котка и Турку. Приоритетные пути следования: Финляндия - Калининградская область и Финляндия - Новороссийск.

Минимальный срок доставки грузов на водном транспорте: от 10 дней [7].

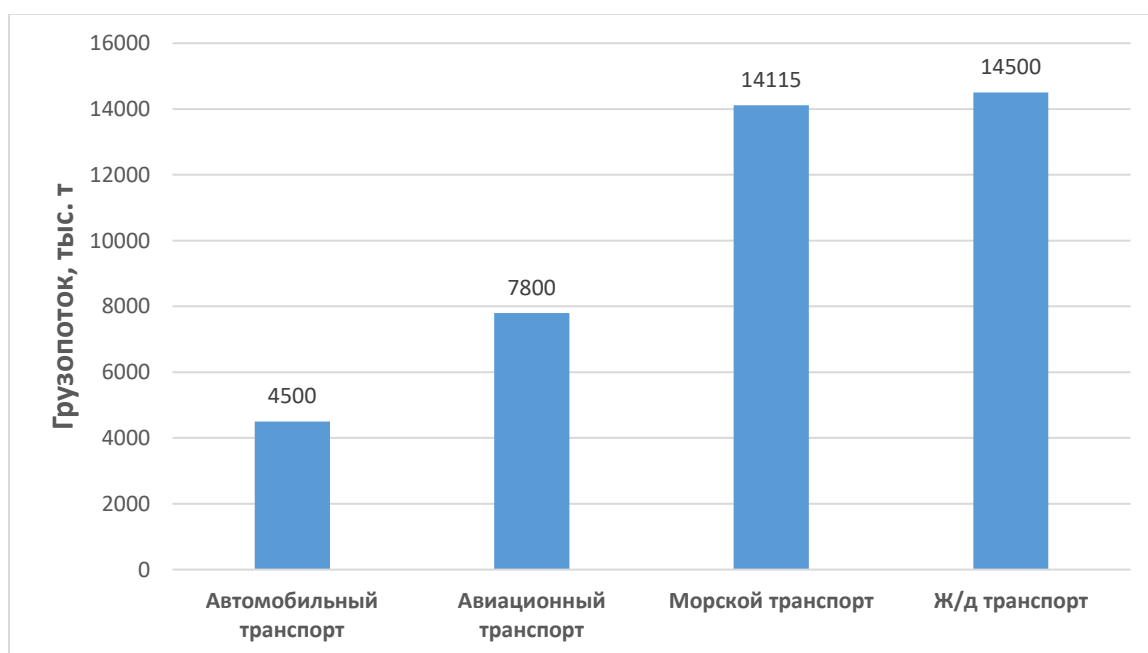


Рис. 5. Грузопоток между Россией и Финляндией по видам транспорта

На рис. 5 представлен грузопоток в российско-финляндском направлении за 2016 г. Из диаграммы видно, что при перевозке грузов чаще используется морское и железнодорожное сообщение, которыми было перевезено 14,1 и 14,5 тыс. т. груза соответственно [6].

В настоящее время проектируется газовый проект «Северный поток - 2», участниками которого являются Россия и Финляндия. «Северный поток - 2» — строящийся магистральный газопровод из России в Германию через Балтийское море длиной 1234 км (2468 км по двум ниткам).

Проект «Северный поток - 2» подразумевает расширение действующего магистрального газопровода «Северный поток», который соединяет РФ и Германию через экономические зоны и территориальные воды России, Финляндии, Швеции, Дании и Германии. В финской исключительной экономической зоне будет проложена часть газопровода протяженностью 374 км. На рис.6 изображена карта данного проекта.



Рис. 6. Газовый проект «Северный поток — 2»

Таким образом, между Россией и Финляндией ведётся активное двустороннее сотрудничество в области транспорта и грузоперевозок. Однако все еще остается огромный потенциал для дальнейшего совершенствования и развития.

Библиографический список:

1. Министерство транспорта и связей Финляндии [Электронный ресурс]. URL: <https://www.lvm.fi/verkot>.
2. Федеральная служба государственной статистики: [Электронный ресурс]. URL: <https://rosstat.gov.ru/folder/23455?print=1>.
3. Крохин Никита Андреевич. Транспортные перевозки между Россией и Финляндией // Актуальные вопросы современной экономики. - 2020, №6. - С. 172-175.

4. Экспорт из России в Финляндию// Федеральная служба государственной статистики: [Электронный ресурс]. URL: <https://ru-stat.com/date-Y2013-2019/RU/export/FI>.

5. Транспорт и транспортная инфраструктура [Электронный ресурс]. URL: <https://pandia.ru/text/80/340/94595.php>.

6. Статистический центр Финляндии [Электронный ресурс]. URL: https://www.stat.fi/index_en.html.

7. Александр Рикошинский. Пограничное транспортно-логистическое сотрудничество между Россией и Финляндией //Логистика. - 2011, №1. - С. 36-38.

Chirkova L.S., Kochetova I.P. Analysis of the interaction of the transport and logistics systems of Russia and Finland

УДК 656.11

ТРАНСПОРТНОЕ ПЛАНИРОВАНИЕ УЛИЧНО-ДОРОЖНОЙ СЕТИ НА ПЕРЕСЕЧЕНИИ УЛ. ТАТАРСТАН- УЛ. ДЕВЯТАЕВА – УЛ. ШАРИФА КАМАЛА ГОРОДА КАЗАНЬ

Чурина Э.А. (гр. 8БД01)

Научный руководитель – д-р пед. наук, профессор Гатиятуллин М.Х.

Казанский государственный архитектурно-строительный университет

Заторы и низкая пропускная способность на городских дорогах, чаще всего на перекрестках автомобильных дорог, остаются главными проблемами в организации дорожного движения. Задача по оптимизации дорожного движения является актуальной и на сегодняшний день и требует немедленного решения с помощью принятия всех возможных мер по обеспечению быстрого и беспрепятственного проезда транспортных средств. Статья посвящена исследованию одного из наиболее загруженных узлов города Казани и внедрению мероприятий по улучшению организации дорожного движения на нем. Необходимость решения связана с частыми заторовыми ситуациями и низкой пропускной способностью на данном пересечении.

Congestion and low capacity on urban roads, most often at highway intersections, remain major problems in traffic management. The task of optimizing traffic is still relevant today and requires an immediate solution by taking all possible measures to ensure the rapid and unhindered passage of vehicles. The article is devoted to the study of one of the busiest nodes in the city of Kazan and the implementation of measures to improve the organization of traffic on it. The need for a solution is associated with frequent traffic jams and low traffic capacity at this intersection.

Транспортная система современного города, особенно крупных мегаполисов, создается десятилетиями, ориентируясь на определенный уровень автомобилизации. На сегодняшний день замечен стремительный рост городского населения, повышение уровня его достатка, а вместе с этим и значительный рост автомобилизации. По официальным данным на начало 2022 год в городе Казань зарегистрировано более 400 тысяч автомобилей, что составляет 318 автомобилей на 1000 человек. Созданная несколько десятков лет назад транспортная инфраструктура рассчитана на гораздо меньшее количество автомобилей, поэтому она становится неэффективной

и небезопасной для транспорта и пешеходов. Старая транспортная сеть и система управления дорожным движением не имеют возможности обеспечить высокую пропускную способность, низкую загруженность дорог и движение транспортных средств без заторов.

Современные города и мегаполисы нуждаются в постоянном увеличении объема транспортного сообщения, повышении его надежности, качества и безопасности. Одним из эффективных мероприятий по усовершенствованию УДС является расширение транспортной инфраструктуры, а именно строительство новой дороги.

Транспортное планирование улично-дорожной сети на пересечении ул. Татарстан – ул. Девятаева – ул. Шарифа Камала является наиболее актуальной на сегодняшний день, так как рост автомобилизации стал причиной снижения пропускной способности улично-дорожной сети и уровня безопасности дорожного движения. Сложившиеся обстоятельства приводят к образованию заторов на дорогах, которые требуют грамотного подхода к ситуации и решения сложившихся проблем.

Для достижения поставленных целей необходимо решить ряд задач:

- исследовать существующую ситуацию дорожного движения на рассматриваемом пересечении;
- с помощью программы имитационного моделирования построить имитационную модель и выявить параметры движения;
- предложить варианты усовершенствования движения на рассматриваемом пересечении по результатам сравнительного анализа результатов моделирования.

Схема рассматриваемого пересечения улиц Татарстан, Девятаева и Шарифа Камала, представлена на рисунке 1. Данные улицы являются магистральными улицами общегородского значения регулируемого движения, которые расположены в Вахитовском районе города Казань. Улица Татарстан имеет 3 полосы движения в прямом направлении и 2 полосы в обратном направлении. Улица Девятаева в обе стороны имеет по 2 полосы движения. По середине дорог проходят трамвайные пути в прямом и обратном направлениях. Пересекает данные улицы улица Шарифа Камала, имеющая по 2 полосы в каждую сторону. Слева от пересечения над улицей Девятаева проходит железная дорога. Вблизи рассматриваемого перекрестка расположено место притяжения транспортных и пешеходных потоков – Автовокзал. С противоположной стороны находится АЗС «Татнефть».

Данный узел является наиболее загруженным и ежедневно пропускает большое количество транспортных средств, в результате чего возникают задержки движения и снижение скорости потоков.

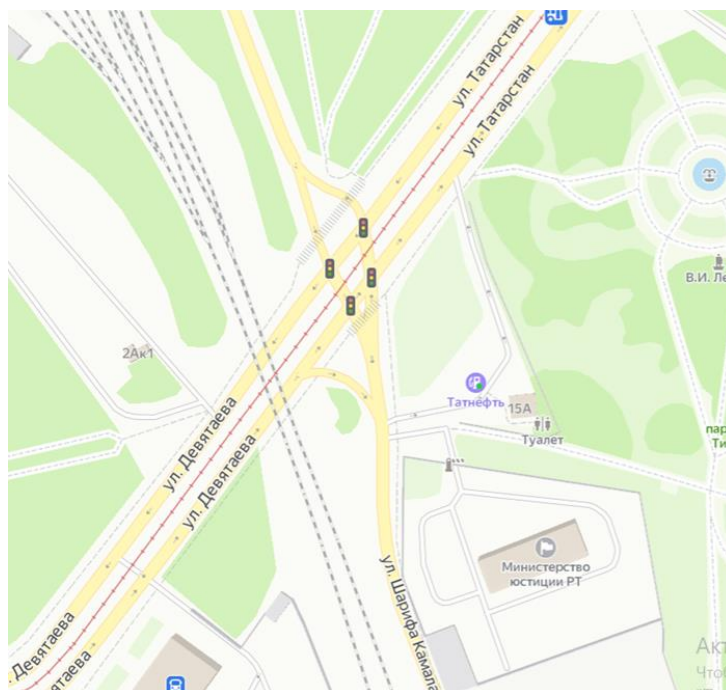


Рис. 1. Карта рассматриваемого пересечения улиц Татарстан, Девятаева и Шарифа Камала

Существующая система организации движения перекрестка ул. Татарстан – ул. Девятаева – ул. Шарифа Камала с размещением дорожных знаков представлена на рисунке 2.

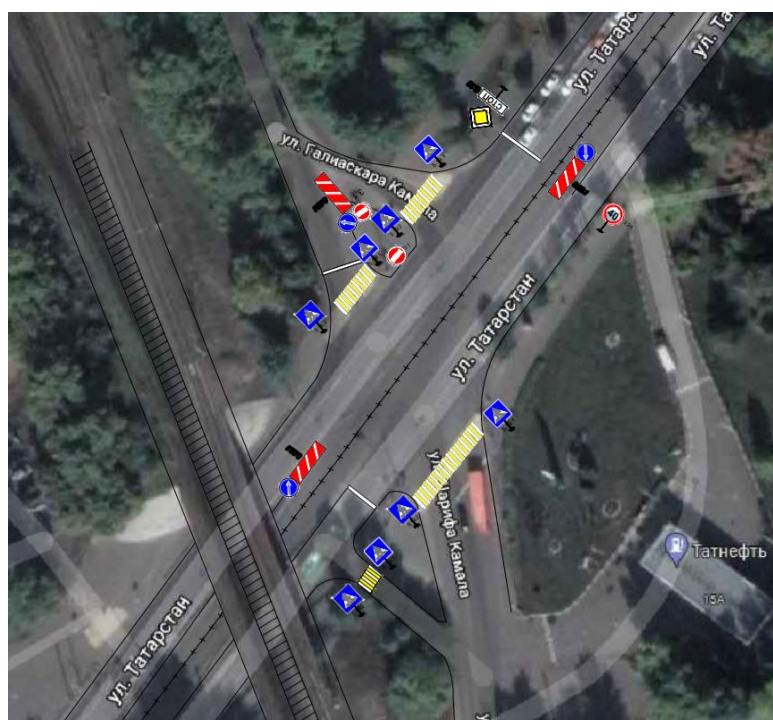


Рис. 2. План перекрестка ул. Татарстан – ул. Девятаева – ул. Шарифа Камала

Для выявления параметров движения и натурного обследования на рассматриваемом пересечении была смоделирована имитационная модель. Все данные были занесены в программу «AIMSUN» с целью создания адекватной транспортной модели, отражающей реальную транспортную

ситуацию на перекрестке ул. Татарстан – ул. Девятаева – ул. Шарифа Камала. Результаты моделирования существующей ситуации представлены на рисунках 3-6.

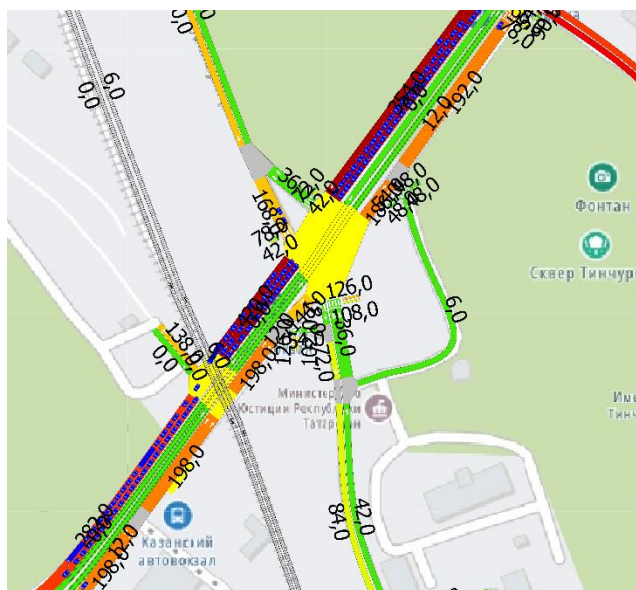


Рис. 3. Смоделированный поток и интенсивность существующего положения

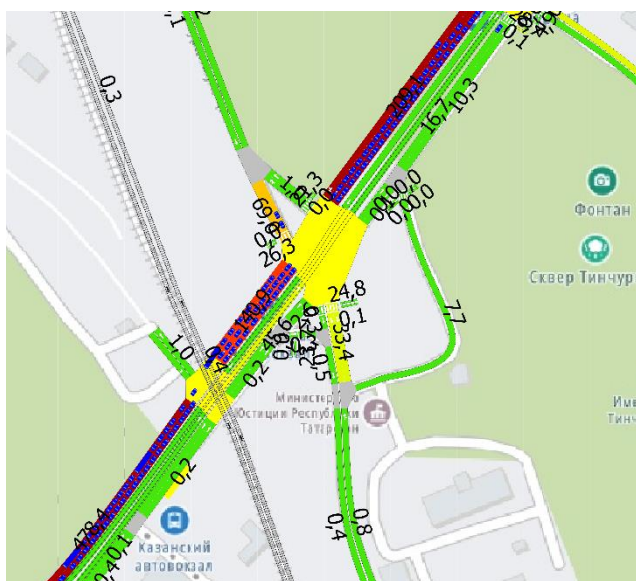


Рис. 4. Смоделированный поток и время задержки существующего положения

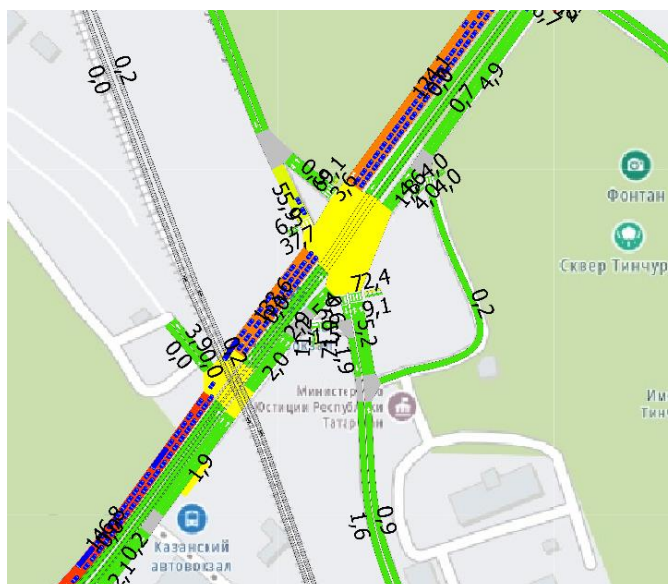


Рис. 5. Смоделированный поток и плотность существующего положения

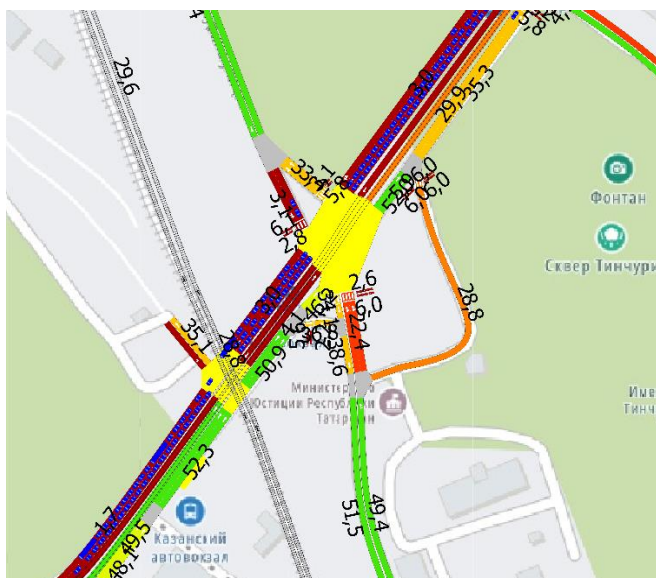


Рис. 6. Смоделированный поток и скорость существующего положения

По итогам программы имитационного моделирования были выявлены задержки движения, снижение скорости и увеличение аварийности на пересечении.

Вариант улучшения ОДД заключается в строительстве многополосной дороги по улице Шарифа Камала. Новая дорога является 6 полосной, по 3 полосы в прямом и обратном направлениях.

План нового перекрестка ул. Татарстан – ул. Девятаева – ул. Шарифа Камала представлен на рисунке 7.

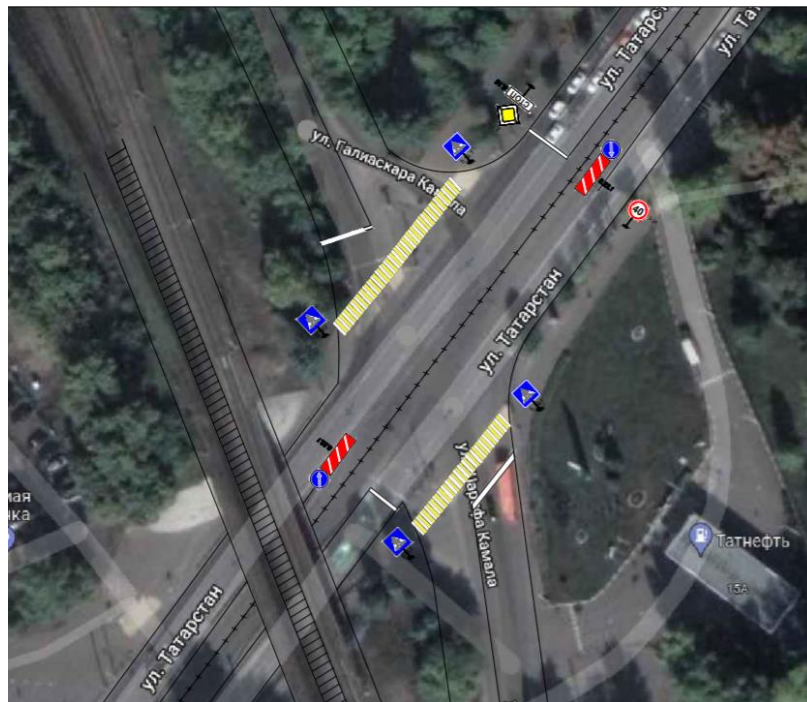


Рис. 7. План усовершенствованного перекрестка ул. Татарстан – ул. Девятаева – ул. Шарифа Камала

Для выявления параметров движения и натурного обследования на рассматриваемом пересечении также была смоделирована новая имитационная модель в программе «AIMSUN». Результаты представлены на рисунках 8-11.

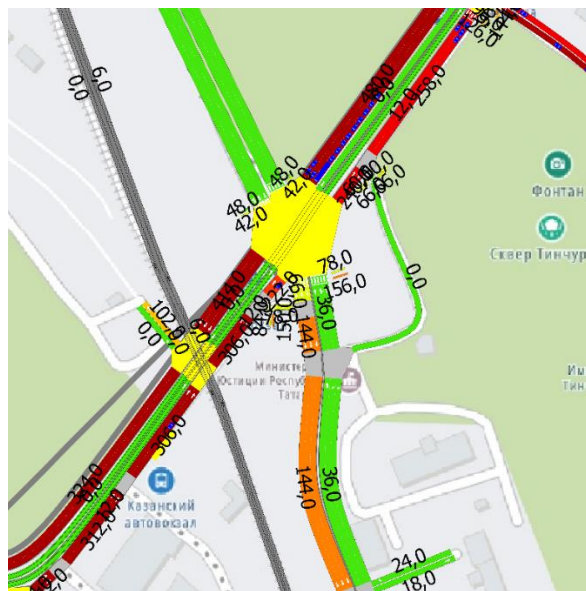


Рис. 8. Смоделированный поток и интенсивность для усовершенствованного варианта

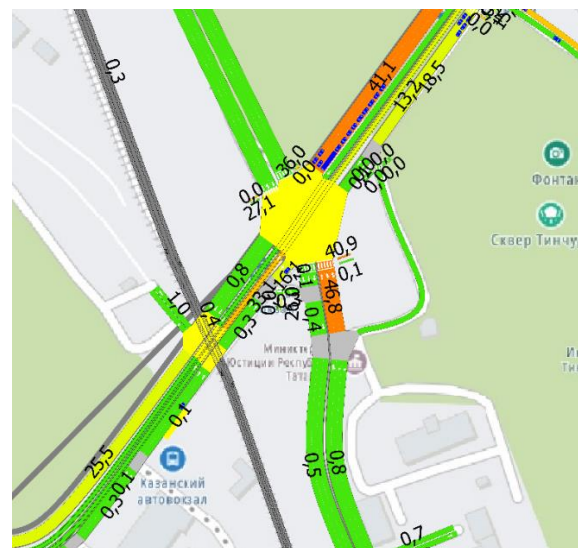


Рис. 9. Смоделированный поток и время задержки для усовершенствованного варианта

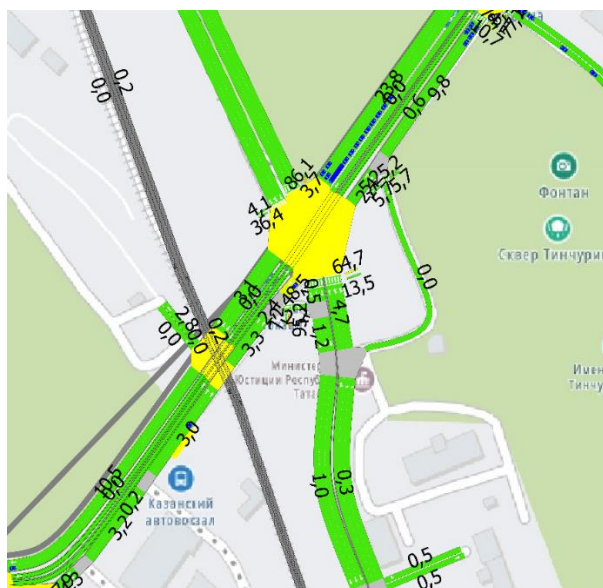


Рис. 10. Смоделированный поток и плотность движения для усовершенствованного варианта

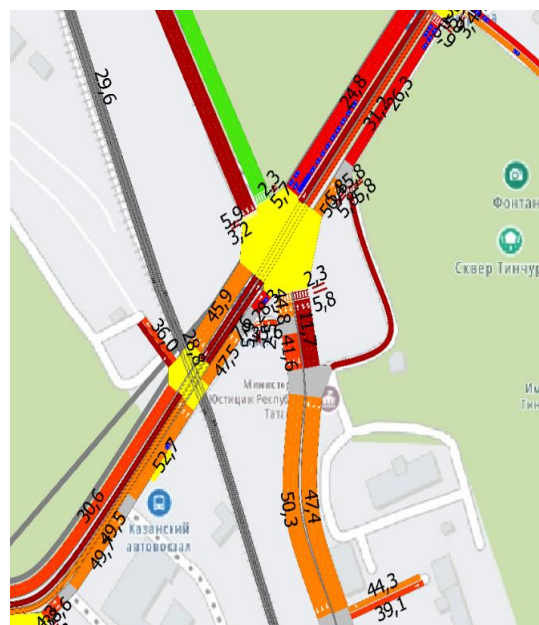


Рис. 11. Смоделированный поток и скорость движения для усовершенствованного варианта

По результатам моделирования был проведен сравнительный анализ по следующим главным параметрам (таблица 1):

Таблица 1

Сравнительный анализ

Параметры	Единицы измерения	Сущ. вариант	Вариант усоверш.	Процент улучшения
Время в Пути	сек/км	609,23	406,3	33,3%
Время задержки	сек/км	424,33	195,2	53,9%
Время остановки	сек/км	208,54	83,7	59,8%
Итоговое время в пути	ч	373,31	172,2	53,9%
Плотность	трансп ср-в/км	5,51	2,8	50%
Поток	трансп ср-в/км	1839	1933	5,1%
Гармоническая скорость	км/ч	20,1	26,7	32,8%

Из таблицы 1 видно, что предложенный вариант по улучшению организации дорожного движения является приемлемым, так как дорожно-транспортная ситуация становится лучше по следующим характеристикам:

- увеличивается скорость движения;
- уменьшается время в пути;
- снижаются транспортные задержки;
- сокращается время остановок.

Резкий рост автомобилизации города Казани ухудшил качество организации движения на пересечении ул. Татарстан – ул. Девятаева – ул.

Шарифа Камала, что привело к значительным задержкам времени в пути и низкой скорости потока.

Результаты транспортного исследования в целях обеспечения безопасного движения с минимизацией транспортных задержек указывают на целесообразность строительства новой 6-ти полосной дороги на пересечении ул. Татарстан – ул. Девятаева – ул. Шарифа Камала в комплексе с новым 4-х фазным разъездом. Из сравнительного анализа был сделан вывод, что данный вариант усовершенствования УДС является эффективным и оптимальным.

Строительство новой дороги позволит значительно сократить задержки времени в пути, повысить скорость потоков и обеспечит безопасный проезд транспортных средств. Кроме того, построенная дорога предоставит возможность беспрепятственного и быстрого заезда и выезда маршрутных транспортных средств и личных автомобилей к автовокзалу и АЗС «Татнефть». Предлагаемая к строительству новая многополосная дорога в перспективе сохранит высокую пропускную способность при увеличении количества транспортных средств и увеличению интенсивности.

Библиографический список:

1. Клинковштейн, Г.И. Организация дорожного движения: Учебник для автомобильно-дорожных вузов и факультетов. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Транспорт, 2004. 240с.
2. Ильина, Н. В. Экономическое обоснование мероприятий по повышению безопасности движения: Метод. указание / Н. В. Ильина. – Красноярск: ИПЦ КГТУ, 2003. – 27 с
3. Кущенко, С. В. Повышение эффективности организации движения на основе моделирования транспортных потоков. Диссер., Курск.–2012.–134 стр.
4. Мероприятия по обеспечению безопасности движения на перекрестках [Электронный ресурс] // [сайт] URL: https://vuzlit.ru/1064330/meropriyatiya_obespecheniyu_bezopasnosti_dvizheniya_perekrestk ah (Дата обращения: 02.05.22)
5. Исаков К., Стасенко Л.Н., Алтыбаев А.Ш., Турдубек Уулу А. Повышение пропускной способности регулируемых пересечений посредством изменения цикла светофорного регулирования // Вестник КГУСТА. 2016. №1. С. 313-320.
6. Андронов Р.В. Переустройство регулируемых пересечений улично-дорожной сети крупного города на основе исследований заторов транспортных потоков. Омск, СибАДИ, 2012. С. 35-37.
7. Кузьмич С.И., Федина Т.О. Транспортные проблемы современных городов и моделирование загрузки улично-дорожной сети // «Известия Тульского государственного университета. Технические науки», №3, 2008.
8. Семенов В.В. Математическое моделирование динамики транспортных потоков мегаполиса. – М.: Изд-во Института прикладной математики им. М.В. Келдыша, 2004.
9. Швецов В.И. Математическое моделирование транспортных потоков // Автоматика и телемеханика. – 2003, №11.
10. Моделирование транспортных потоков / С. И. Попов [и др.] – Ростов-на-Дону, 2018.–284 с
11. Стенбринк П.А. / Оптимизация транспортных сетей / Под ред. В.Н. Лившица – М.: Транспорт, 1981. – 320 с.

УДК 625.765

**ВЛИЯНИЕ ПЛОТНОСТИ НАКАТА НА ФОРМИРОВАНИЕ
ЦИКЛА ПРЕДОТВРАЩЕНИЯ ОБРАЗОВАНИЯ УПЛОТНЕННОГО
СНЕГА В СИСТЕМЕ УПРАВЛЕНИЯ ЗИМНИМ СОДЕРЖАНИЕМ
АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ**

Коденцева Ю.В., канд. техн. наук, доцент, Герлейн А.Ю., аспирант,
Шакенова Э.Ж., студентка

*Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования «Сибирский государственный
автомобильно-дорожный университет (СибАДИ)», Омск, Россия*

В данной статье проанализирована роль системы управления зимним содержанием автомобильных дорог на этапе эксплуатации жизненного цикла объекта. Рассмотрены условия формирования снежного наката на автомобильной дороге. Выявлены возможные агрегатные состояния снежно-ледяных отложений. Обоснована необходимость определения плотности наката для совершенствования системы управления зимним содержанием автомобильных работ. Представлен расчет цикла предупреждения образования наката. Обоснованно влияние плотности наката на назначение снегоочистительной техники и прогнозирование продолжительности цикла производства работ.

This article analyzes the role of the winter maintenance management system for roads at the stage of operation of the life cycle of an object. The conditions for the formation of snow run-up on the road are considered. Possible aggregate states of snow-ice deposits are revealed. The necessity of determining the rolling density to improve the control system for the winter maintenance of automotive work is substantiated. Calculation of the cycle of preventing the formation of rolling is presented. The influence of the rolling density on the purpose of snowplows and forecasting the duration of the work cycle is substantiated.

Введение. Перспективное развитие управления строительством и эксплуатации автомобильных дорог лежит в основе применения технологии информационного моделирования (ТИМ) на этапах жизненного цикла объекта. Способность обработки большого количества данных автоматизированными системами будет позволяет преобразовать сложный процесс анализа привести в быстрый поиск оптимальных решений для пользователя.

Отечественный опыт показывает широкий спектр решенных задач в направлении совершенствования управления зимним содержанием дорог, а именно, прогнозирование условий формирования различных видов зимней скользкости и назначение видов работ [1, 2, 3, 12, 13, 14], районирование территории по метеорологическим факторам [4, 5], разработка оперативного регулирования для устранения отклонения во время производства работ [6], а также объединение решенных задач в концепцию проектно-ориентированного управления производством работ [7].

Остается недостаточно решенной задача автоматизации системы управления зимним содержанием в единой согласованной модели автомобильной дороги на этапе эксплуатации, которая предусматривала бы процессы обработки базы данных, планирования, маршрутизации, управления ресурсами и оценки рисков.

Ограниченное финансирование и стремительные изменения дорожно-климатической ситуации сокращают временные рамки на принятие решений. Возможность воспроизведения максимально детализированной обработки исходной информации с помощью автоматизированной системы позволит повысить степень точности и надежности организационно-управленческих решений.

Результатом работы автоматизированной системы управления предполагается формирование регламентов производства работ на основе детального учета метеорологических данных и характеристик дороги, при этом решая такие сопутствующие задачи, как снижение трудозатрат и износа техники, сокращение времени на принятие оптимальных решений из всех возможных вариантов и оценка последствий рисков.

В США была создана такая платформа технического обслуживания зимнего содержания автомобильных, «Система поддержки принятия решений» (MDSS), основной целью которой является сокращение использования солей [8, 9]. Данная модель предлагает оптимальные решения на основе детализированной исходной информации и носит рекомендательный характер. При этом, сама концепция автоматизации управления в полевых испытаниях доказала свою экономическую выгоду и эффективность. Однако, применение такой системы на территории России не целесообразно из-за ряда факторов, в частности разных условий производства работ.

В условиях зимнего содержания автомобильных дорог важное место занимает планирование работ и рациональное распределение ресурсов. Основными факторами влияния назначения видов работ зимой являются метеорологические данные, характеристики дороги и обеспеченность материалами и техникой, поэтому прогнозирование дорожно-климатической ситуации поможет обеспечить бесперебойное функционирование дорог, особенно актуальным является этот вопрос в условиях ограниченного финансирования.

Более детальная проработка факторов влияния послужит обоснованием стоимости ликвидации и предупреждения снежных и снежно-ледяных отложений, при этом приближение к граничным показателям требований содержания автомобильных дорог позволит соответствовать уровню содержания и снизить трудозатраты дорожной организации.

В данной статье предлагается решение одной из задач планирования в системе управления зимним содержанием – обоснование применения детализированной метеорологической информации для расчета цикла производства работ по предотвращению образования снежного наката.

Основная часть. В первую очередь накат формируется при определенных погодных условиях [10], а также из рыхлого снега в следствии его несвоевременной уборки и несвоевременной россыпи ПГМ. В чистом виде рыхлый снег на автомобильной дороге находится не продолжительное время, это связано с некоторыми воздействиями на снежные отложения:

- движение автомобильного транспорта;
- изменение температуры воздуха;
- изменение влажности воздуха.

В связи с этим, рыхлый снег является лишь первым этапом формирования наката на дороге. Скорость образования снежного наката зависит на прямую от температуры воздуха, влажности и интенсивности движения. Также существуют определенные благоприятные, естественные условия формирования уплотненного снега на дороге, однако при температуре ниже -10°C образование таких отложений менее вероятно.

При этом, снежный накат является сложной физической структурой, которая, может иметь несколько физических состояний:

- рыхлый снежный накат (находится в начальном этапе формирования, имеет минимальное сцепление с дорогой);
- талый снег (образуется в следствии обработки наката ПГМ, а также при воздействии колес автомобильного транспорта);
- стекловидный лед (является следствием понижения температуры воздуха, имеет максимальное сцепление с дорожным покрытием);
- вода (результат таяние снега при положительных температурах или воздействия ПГМ).

Важным моментом является изменение физического состояния наката и талого снега в ледяные и снежно-ледяные отложения, так как это может происходить уже при температуре 0°C и ниже [12], при условии, что ПГМ не были использованы, в противном случае смерзание будет происходить в условиях определенной температуры кристаллизации ПГМ. С увеличением скорости плавления доля талой воды увеличивается, тем самым способствует образованию стекловидного льда при отрицательных температурах.

Назначение снегоуборочной техники происходит с учетом толщины и плотности отложений, сокращая износ рабочего органа, для эффективного выполнения работ [13]. Толщина наката обратно пропорционально зависит от его плотности. На плотность влияет температура воздуха, относительная влажность и выпадение новых осадков, в особенности жидких. Также при движении автомобилей происходит частичное плавление и уплотнение снежной массы. Часть уплотненного снега может испаряться при определенных погодных условиях, а также сильный ветер может способствовать перемещению снега.

Снежный накат, согласно нормативным документам [10] не может находиться на автомобильной дороге, и срок его ликвидации зависит от

уровня ее содержания. При этом существуют предельно допустимые значения толщины и сроки ликвидации, находящихся на дороге талого и рыхлого снега [10]. Эти показатели являются важным аспектом в планировании временных параметров цикла предупреждения образования и ликвидации снежного наката. Накопление до предельных значений толщины рыхлого снега до образования уплотненного снега или до его уборки, а также талого снега после распределения ПГМ, являются одним из факторов влияния в расчете цикла.

Выделим основные мероприятия по ликвидации и профилактики образования уплотненного снега [14]:

1. Профилактика образования отложений:

- Предварительная обработка химическими ПГМ до и во время снегопада с изменением агрегатного состояния, а также с использованием фрикционных материалов во время снегопада;

- Патрульная снегоочистка;

2. Ликвидация образовавшегося наката:

- с применением ПГМ;

- с помощью механизмов физико-механическое воздействие действия.

Выполнение работ с применением ПГМ дает возможность эффективно удалять и предотвращать образование наката с покрытия в пределах температуры кристаллизации химических реагентов с учетом установленной нормой распределения, исключая смерзание снежно-ледяных отложений с покрытием автомобильной дороги. Также, действие ПГМ позволяет увеличить цикл производства работ за счет изменения агрегатного состояния – из снежного наката в талый снег, и интервала накопления его до предельных значений, соответствующих уровню содержания.

Обработка фрикционными материалами позволяет повысить коэффициент сцепления колес автомобильного транспорта с уплотненным снегом, при этом цикл производства работ будет ограничен директивным сроком ликвидации наката.

В случае прогнозирования снегопада низкой интенсивности и образования снежных отложений небольшой плотности и высоты можно ограничиться использованием механической щетки снегоочистителя, однако необходимо располагать достаточным количеством снегоуборочной техники для обеспечения оперативной работы отряда машин. При этом повышается риск замерзания отложений и максимального сцепления с покрытием дороги с понижением температуры воздуха.

Выбор одной из стратегий профилактики образования отложений и ликвидации руководствуется наличием и возможностями материально-технических ресурсов, уровнем содержания автомобильной дороги и состоянием дорожно-климатической ситуации, что входит в задачу обоснования принятия решения системы технического обслуживания.

Представим основные этапы формирования первого полного цикла предотвращения образования наката во время снегопада с применением ПГМ в виде схемы:



Рис. 1. Основные этапы формирования первого полного цикла предотвращения образования наката во время снегопада с применением ПГМ

Далее, определим основные параметры, влияющие на продолжительность цикла: нормативные требования по сроку ликвидации отложений и высоте снегонакопления, количество снегоочистительной техники, вид ПГМ.

При проведении профилактических работ образования уплотненного снега в период снегопада необходимо выдержать интервал с начала снегопада для набора минимальной толщины снега на дорожном покрытии для эффективной работы ПГМ. После того, как этап распределения материала выполнен, образовавшийся накат приобретает 20% влажности и определяется, как талый снег [10, 11, 12]. В период снегопада, учитывая требования [10, 15] целесообразно выдержать период снегонакопления до допустимого значения толщины талого снега. В таком случае, максимально увеличивается время цикла производства работ, сокращается количество циклов в период длительных снегопадов, но при этом соблюдаются требования допустимого состояния покрытия проезжей части.

Время работы распределителя ПГМ и плужно-щеточного снегоочистителя можно рассчитать по следующей формуле:

$$t_p = \frac{L \cdot b}{\Pi \cdot K_{\text{и}} \cdot n}, \quad (1)$$

где L - длина участка, км; b - ширина проезжей части, км; Π - производительность техники [16]; $K_{\text{и}}$ - коэффициент использования машинного времени; n - количество машин.

Количество машин рассчитывается следующей формулой [16]:

$$n = \frac{L \cdot b}{t_d \cdot \Pi}, \quad (2)$$

где t_d - директивное время ликвидации различных видов скользкости, ч.

Тогда, рассчитаем толщину талого снега после выполнения распределения ПГМ:

$$h_{\text{нр}} = (t_b + t_p) \cdot h_n \cdot i_c \cdot 0,8, \quad (3)$$

где t_b - время выдержки необходимой толщины снегонакопления, ч; t_p - время работы распределителя ПГМ, ч; h_n - толщина отложений, зависящая от плотности сформированного наката, см; i_c - интенсивность снегонакопления в пересчете на воду, мм/ч; 0,8 - коэффициент, учитывающий приобретение накатом влажности 20% после распределения ПГМ. В случае распределения фрикционных материалов коэффициент 0,8 не учитывается.

Плотность свежавыпавшего снега может варьироваться от 0,07 до 0,2 г/см³, в зависимости от температуры воздуха по следующим формулам [17]:

$$\rho_{s,f} = 67,92 + 51,25e^{\frac{T_b}{2,59}}, T_b \leq 0^\circ\text{C}, \quad (4)$$

$$\rho_{s,f} = \min(200; 119,2 + 20T_b), T_b > 0^\circ\text{C}, \quad (5)$$

где $\rho_{s,f}$ – плотность свежавыпавшего снега, г/м³; T_b - температура воздуха, °С.

Плотность снежного наката изменяется от 0,1 до 0,6 г/см³, стекловидного льда находится в пределах 0,7 - 0,9 г/см³.

Для упрощения дальнейших расчетов, сформируем таблицу зависимостей толщины снега, воды и снежного наката от температуры и плотности на площадь в 1 м²:

Таблица 1

Зависимость высоты отложений от плотности на площадь в 1 м²

Температура воздуха, °С	Толщина воды, см	Толщина снега, см	Толщина наката, см			
			$\rho_n = 0,1$ г/см ³	$\rho_n = 0,3$ г/см ³	$\rho_n = 0,4$ г/см ³	$\rho_n = 0,6$ г/см ³
-2	0,1	1,1	0,997	0,33	0,25	0,17
-4	0,1	1,3				
-8	0,1	1,4				
-12	0,1	1,5				
-16	0,1	1,5				
-20	0,1	1,5				

Формула перевода из толщины отложений в виде воды на 1 м² в толщину снежного наката/снега выглядит следующим образом:

$$h_n(h_s) = \frac{\rho_b \cdot h_b}{\rho_n(\rho_s)}, \quad (6)$$

где $h_n(h_s)$ - толщина снежного наката (высота рыхлого снега), см; ρ_b - плотность воды, г/см³; $\rho_n(\rho_s)$ - плотность снежного наката (плотность рыхлого снега) г/см³; h_b - толщина слоя воды на 1 м², см. Аналогично можно

выполнить перевод толщины воды на высоту свежавыпавшего снега через плотность.

Определим время накопления на проезжей части 2 (4) см талого снега (в зависимости от уровня содержания дороги):

$$t_{н2(4)см} = \frac{2(4) \cdot t_p}{h_{нр}} - t_b - t_p. \quad (7)$$

Положительное значение формирует интервал снегонакопления на проезжей части после окончания работы распределителей ПГМ, отрицательное означает, что плужно-щеточный снегоочиститель должен приступить к снегоочистке раньше, чем закончится распределение ПГМ.

Время полного цикла можно определить, как:

$$t_{ц} = t_b + t_{p1} + t_{н2(4)см} + t_{p2}, \quad (8)$$

где t_{p1} и t_{p2} – время работы распределителя ПГМ и плужно-щеточного снегоочистителя соответственно, ч. При этом, если по расчету $t_{ц} < t_{p1}$, снегоочистку следует выполнять совместно с распределением ПГМ, тогда время полного цикла будет рассчитано, как:

$$t_{ц} = t_b + t_{p1}. \quad (9)$$

При необходимости, последующие циклы будут формироваться без учета времени выдержки t_b , так как за время работы уборки талого снега сформируется новый слой снега.

В качестве примера, было рассчитано время 1 полного цикла, предупреждающего образование снежного наката во время снегопада. Был взят распределитель твердых ПГМ КДМ-130В и плужно-щеточный снегоочиститель ЭМ-14. Расчеты производились для 2 категорий дорог – II и IV с шириной проезжей части 14 м и 6 м, соответственно, и длиной участков 100 км. В качестве ПГМ был взят «Биомаг» в твердом виде, температура воздуха принята -4°C , интенсивность снегонакопления (снегопада) от 0,25 мм/ч до 6 мм/ч в пересчете на воду. Далее были приняты нормативные требования состояния проезжей части для II и IV (директивный срок снегоочистки и ликвидации наката, допустимая толщина талого снега).

Для каждого участка расчет был выполнен с разными свойствами снежного наката, а именно с разной плотностью – 0,1 г/см³, 0,4 г/см³ и 0,6 г/см³ - от минимального к максимальному. Это означает, что толщина образовавшегося наката будет существенно меняться в зависимости от его плотности.

Результаты расчетов представлены в виде графиков:

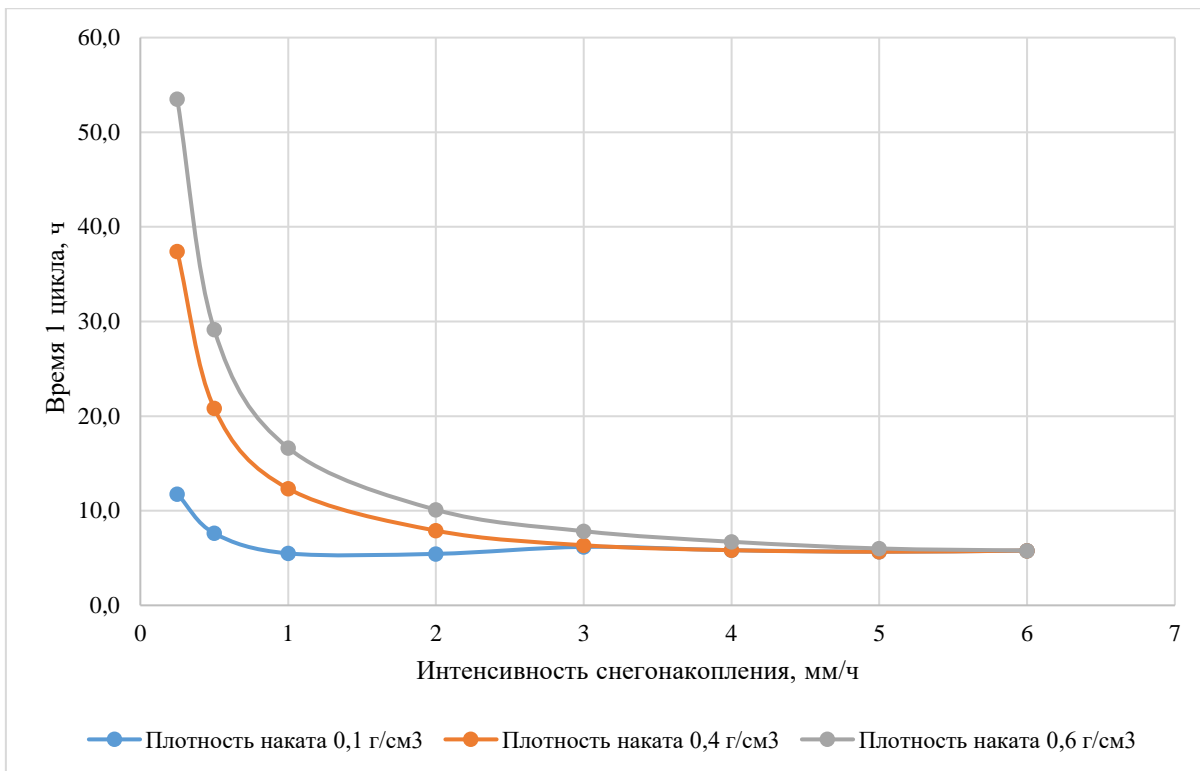


Рис. 2. Зависимость продолжительности 1 полного цикла предупреждения образования снежного наката от интенсивности снегонакопления для разной плотности наката для участка дороги II категории

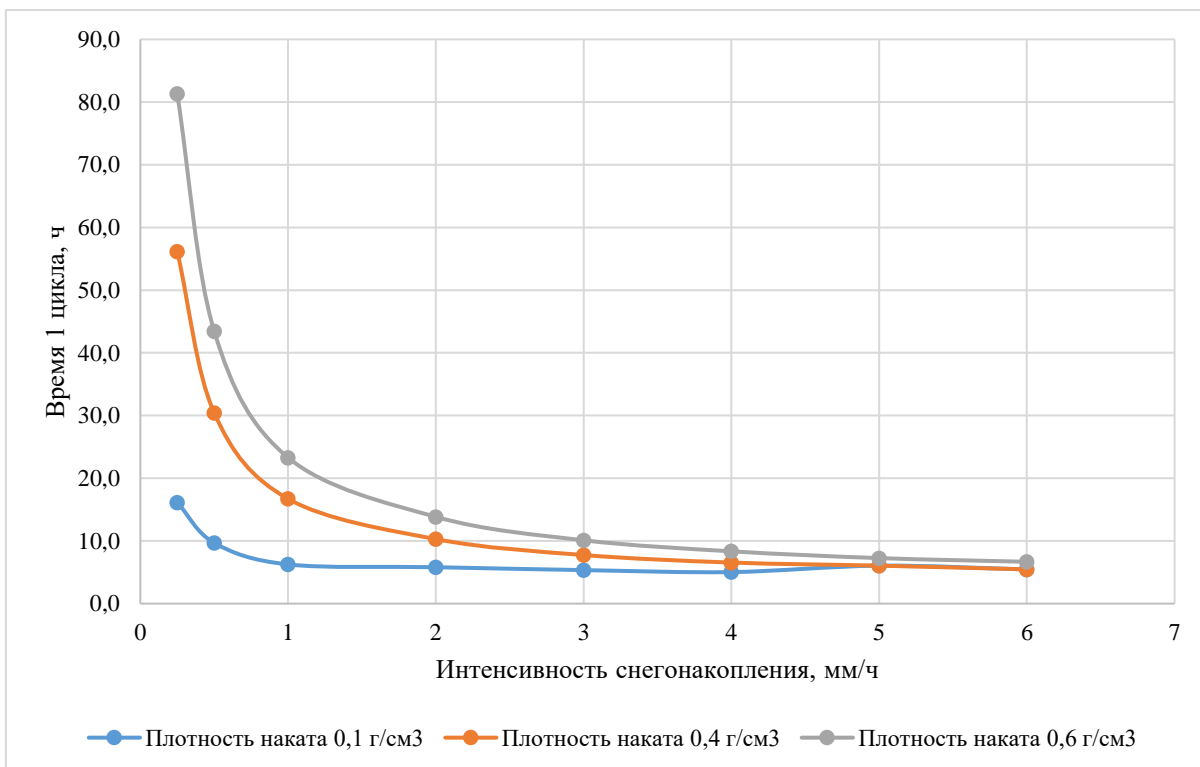


Рис. 3. Зависимость продолжительности 1 полного цикла предупреждения образования снежного наката от интенсивности снегонакопления для разной плотности наката для участка дороги IV категории

Из графиков видно, что при низких интенсивностях снегопада существенно отличается время одного цикла при разной толщине

образования наката. Например, продолжительность полного цикла предотвращения образования наката при интенсивности 1 мм/ч в пересчете на воду для II категории дороги при плотности наката 0,1, 0,4 и 0,6 г/см³ будет соответствовать 5,5, 12,3 и 16,6 ч, соответственно. Для IV категории дороги за счет увеличения срока ликвидации отложений и предельной требуемой высоты талого снега продолжительность будет соответствовать 6,3 ч для плотности 0,1 г/см³, 16,7 ч для плотности 0,4 г/см³ и 23,3 ч для 0,6 г/см³. В некоторых случаях для непродолжительных снегопадов при интенсивности менее 1 мм/ч в уборке талого снега после распределения ПГМ во время снегопада нет необходимости, так как снегонакопление имеет большую продолжительность по времени, и для завершения цикла производства работ можно ограничиться подметанием покрытия цилиндрической щеткой после окончания снегопада. Также, данный расчет позволяет определить граничные условия единовременного выхода снегоуборочной техники и распределителей ПГМ в зависимости от плотности образовавшегося наката, так как они будут отличаться. Для II категории дороги такими условиями будут являться:

- при плотности наката 0,1 г/см³ – снегопад интенсивностью 2 мм/ч и более;
- при плотности наката 0,4 г/см³ – снегопад интенсивностью 4 мм/ч и более;
- при плотности наката 0,6 г/см³ – снегопад интенсивностью 6 мм/ч и более.

Вывод. Учитывая степень влияния плотности наката на продолжительность цикла и сопутствующие показатели, для осуществления дальнейшей работы будет ставиться задача определения плотности снежных отложений с помощью эксперимента на проезжей части дороги при различных условиях движения и погодных условий для применения данного показателя в расчете прогнозируемого времени цикла предотвращения образования снежного наката во время снегопада. Определение данного параметра позволит обосновать трудозатраты на выполнение работ, удовлетворить требования уровня зимнего содержания автомобильной дороги по предельным значениям, при этом снизить стоимость производства работ. Сходимость эмпирических и экспериментальных данных позволит управлять всеми параметрами цикла в рамках регламента профилактики образования снежного наката.

Интерпретация детализированной информации в рамках нормативных требований позволит сформировать граничные условия обоснования реализации регламентов производства работ. А концепция автоматизации расчета такой многофакторной модели приведет к переходу на риск-ориентированное управление зимним содержанием региональной сети автомобильных дорог, которое является особенно актуальным в реальных условиях нестабильных рыночных отношениях.

Библиографический список:

1. Самодурова, Т.В. Физико-статистические модели для прогноза образования зимней скользкости на дорожных покрытиях/ Т.В. Самодурова // Научный вестник Воронежского государственного архитектурно-строительного университета. Строительство и архитектура. - 2008. - № 1 (9). - С. 128-132.
2. Самодурова, Т.В. Оперативное управление зимним содержанием дорог. Научные основы /- Воронеж: Изд-во Воронеж. гос. ун-та, 2003. -168 с.
3. Скоробогатченко Д. А. Прогнозирование изменения транспортно-эксплуатационного состояния автомобильных дорог при планировании ремонта и содержания: дис. ... канд. техн. наук: 05.23.11 / Д. А. Скоробогатченко; науч. рук. В.С. Боровик, ВГАСУ. – Волгоград, 2003. – 158 с.
4. Коденцева, Ю.В. Обоснование ресурсоемкости зимнего содержания сети автомобильных дорог на основе районирования территорий по неблагоприятным климатическим факторам: дис. ... канд. техн. наук : 05.22.11 / Н. Б. Сакута; науч. рук. Т.В. Боброва; СибАДИ. - Омск : СибАДИ, 2007. - 190 с.
5. Боброва, Т. В., Коденцева Ю. В. Районирование территории Алтайского края по условиям зимнего содержания сети автомобильных дорог / Т. В. Боброва, Ю. В. Коденцева // Актуальные проблемы повышения надежности и долговечности автомобильных дорог и искусственных сооружений на них: Сб. тр. Всерос. науч.практ. конф. - 2003. - С. 187 - 189.
6. Сакута, Н. Б. Совершенствование оперативного регулирования производства работ зимнего содержания автомобильных дорог: дис. ... канд. техн. наук : 05.22.11 / Н. Б. Сакута; науч. рук. Т.В. Боброва; СибАДИ. - Омск : СибАДИ, 2002. - 138 с.
7. Боброва Т.В. Проектно-ориентированное управление производством работ на региональной сети автомобильных дорог: монография. – 2006. – 334 с. (21.0 п.л.).
8. Kevin R. Petty, William P. Mahoney The U.S. Federal Highway Administration winter road Maintenance Decision Support System (MDSS): Recent enhancements & refinements // Sirwec. – 2008. – P. 1-12.
9. The Weather Network Commercial Services Maintenance Decision Support System (MDSS) Field Trial – Final Report / The Weather Network Commercial Services, A Division of Pelmorex Media Inc. // The Weather Network Commercial Services – Confidential. – 2012. – 34 pp.
10. ГОСТ Р 59434-2021 Дороги автомобильные общего пользования Требования к уровню зимнего содержания. Критерии оценки и методы контроля. / МНТКС. - М.: Стандартинформ, 2021. - 20 с.
11. ГОСТ 59201-2021 Дороги автомобильные общего пользования. Капитальный ремонт, ремонт и содержание. Технические правила. / МНТКС. – М.: Российский институт стандартизации, 2021. - 66 с.
12. ОДМ 218.3.090-2017 Методические рекомендации по оценке экономической эффективности, технологии и качества работ при содержании автомобильных дорог общего пользования с асфальтобетонным покрытием под уплотненным снежным покровом с учетом условий эксплуатации. / РОСАВТОДОР - М., 2017. – 86 с.
13. ОДМ 218.5.001-2008 Методические рекомендации по защите и очистке автомобильных дорог от снега. / РОСАВТОДОР - М., 2008. - 101 с.
14. ОДМ. Руководство по борьбе с зимней скользкостью на автомобильных дорогах: [утв. Минтранс России от 16.06.2003 № ОС-548-р]. – М.: Росавтодор, 2003. – 72 с.].
15. ГОСТ Р 50597-2017 Дороги автомобильные и улицы. Требования к эксплуатационному состоянию, допустимому по условиям обеспечения безопасности дорожного движения. Методы контроля. / МНТКС. - М.: Стандартинформ, 2017 – 27 с.
16. ОДМ 218.2018-2012 Отраслевой дорожный методический документ. Методические рекомендации по определению необходимого парка дорожно-эксплуатационной техники для выполнения работ по стандартизации в дорожном хозяйстве. / РОСАВТОДОР - М., 2013. – 87 с.

17. Bartlett P.A., MacKay M.D., Versegby D.L. Modified Snow Algorithms in the Canadian Land Surface Scheme: Model Runs and Sensitivity 102 Analysis at Three Boreal Forest Stands // ATMOSPHERE-OCEAN. – Canadian Meteorological and Oceanographic Society, 2006. – Vol. 43 (3). – P. 207–222.

Kodentseva J.V., Gerlein A.Y., Shakenova E.J. Influence of compacted snow density on the formation of a cycle to prevent the formation of compacted snow in the control system of winter maintenance of roads

УДК 621.311

АВТОМАТИЗИРОВАННЫЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ОСВЕЩЕНИЕМ НА ФЕДЕРАЛЬНЫХ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГАХ

Юсупкина Ю.Е. (гр. 8БД01)

Научный руководитель – канд. техн. наук, доцент Николаева Р.В.

Казанский государственный архитектурно-строительный университет

Большое число дорожных аварий происходит с наступлением темноты. В статье рассматривается статистика аварийности на федеральной автомобильной дороге «Казань-Оренбург». Анализ статистики дорожно-транспортных происшествий показала, что почти каждое второе происшествие происходит в ночное время суток. Для повышения безопасности участников дорожного движения рассматривается вариант установки автоматизированных систем управления освещением, на участке федеральной дороги. Так-же рассматривается эффективность применения автоматизированных систем управления освещением.

A large number of road accidents occur after dark. The article discusses the accident statistics on the federal highway "Ka-zan-Orenburg". Analysis of traffic accident statistics has shown that almost every second accident occurs at night. To improve the safety of road users, the option of installing automated lighting control systems on a section of the federal road is being considered. The effectiveness of the use of automated lighting control systems is also considered.

Вождение является сложной задачей, которая выполняется в постоянно меняющихся условиях, и, следовательно, существует множество факторов, способствующих возникновению дорожно-транспортных происшествий (ДТП). Помимо технических факторов, таких как, проектирование, строительство и эксплуатации автомобильных дорог, большой процент дорожно-транспортных травм объясняется ошибками человеческого восприятия.

Ряд исследований показали, что способность водителей избежать ДТП при плохом освещении дороги снижается [1]. Также исследования показали, что количество аварий в ночное время суток, как правило, снижается после установки освещения [2]. Другие исследования показали сильное влияние уровня освещенности дороги на смертельные аварии с участием пешеходов, при этом пешеходы в три-семь раз более уязвимы в темное время суток, чем при дневном свете [3].

В данной работе рассматривается повышение безопасности дорожного движения на федеральной автомобильной дороге «Казань-Оренбург» в ночное время суток. Рассматриваемая дорога имеет большое экономическое и социальное значение, т.к. соединяет два субъекта Российской Федерации, Республику Татарстан и Оренбургскую область. Далее в статье федеральная автомобильная дорога «Казань-Оренбург» будет обозначаться сокращенно как ФАД «К-О».

Анализ ДТП на ФАД «К-О» показал, что большое количество ДТП совершаются в темное время суток (рис. 1).

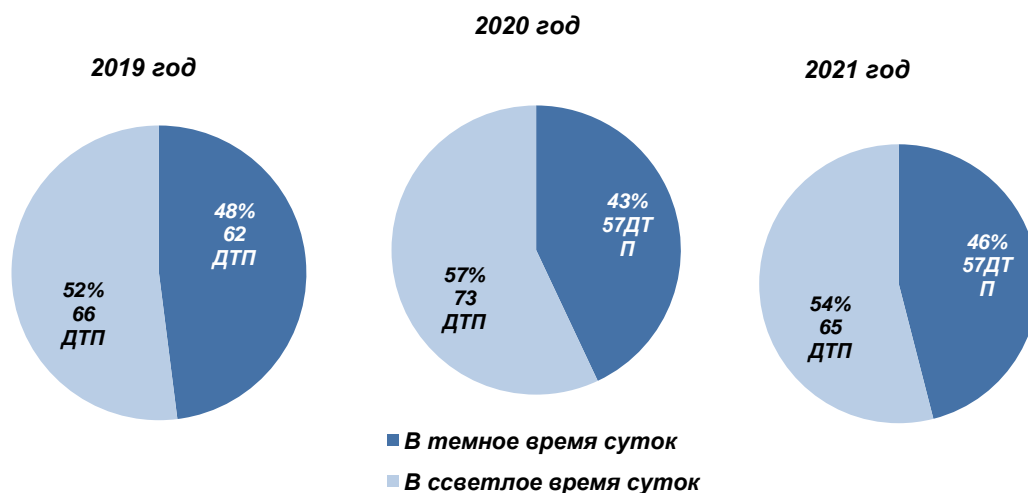


Рис. 1. ДТП по времени суток на ФАД «К-О»

Исследование показали, что около 44% всех ДТП на ФАД «К-О» совершается в темное время суток.

Распределение ДТП на ФАД «К-О» по видам, в разрезе месяцев и часов суток представлено на рис. 2.

месяц \ час	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	вид ДТП	сумма
0-1						1	1						1,2	2
1-2								1					5	1
2-3														
3-4						2	3	1					2, 2, 1, 2, 4	6
4-5				1	1							1	2, 2, 2	3
5-6			1	1									1,2	2
6-7		1	1										1,1,1	3
7-8	1										1	1	1,2,1	3
8-9														
9-10														
10-11														
11-12														
12-13														
13-14														
14-15														
15-16														
16-17														
17-18	1	2											1,1,1	3
18-19										2	1	1	1,94,5,5	4
19-20									3	1	1	1	2,0,3,1,1,1	6
20-21					2			1					1,1,2	3
21-22								1		1			1,5	2
22-23								1	1	1			1,1,1	3
23-24														
сумма	2	3	2	2	3	3	4	5	5	5	3	3		41

Виды ДТП:

1. столкновение;
2. опрокидывание;
3. наезд на стоящее транспортное средство;
4. наезд на препятствие;
5. наезд на пешехода;
6. наезд на велосипедиста;
7. наезд на животное;
8. происшествия с перевозимым грузом;
9. иные виды ДТП (происшествия, не относящиеся к указанным выше видам)

Рис. 2. Динамика аварийности на ФАД «К-О» за 2021 год

Исследование аварийности на ФАД «К-О» показало, что в темное время суток происходит каждое второе ДТП. Чаще всего ДТП происходят в зимние месяцы, при этом основным видом ДТП является столкновение транспортных средств.

В качестве основного мероприятия по повышению безопасности в ночное время суток на ФАД «К-О» предлагается установка автоматизированных систем управления освещением.

Автоматизированные системы управления освещением позволят повысить эффективность работы транспортной инфраструктуры, за счет внедрения интеллектуальных электронных систем [4, 5].

Внедрения автоматизированных систем управления освещением имеет ряд преимуществ, которые представлены на рис. 3 [6].

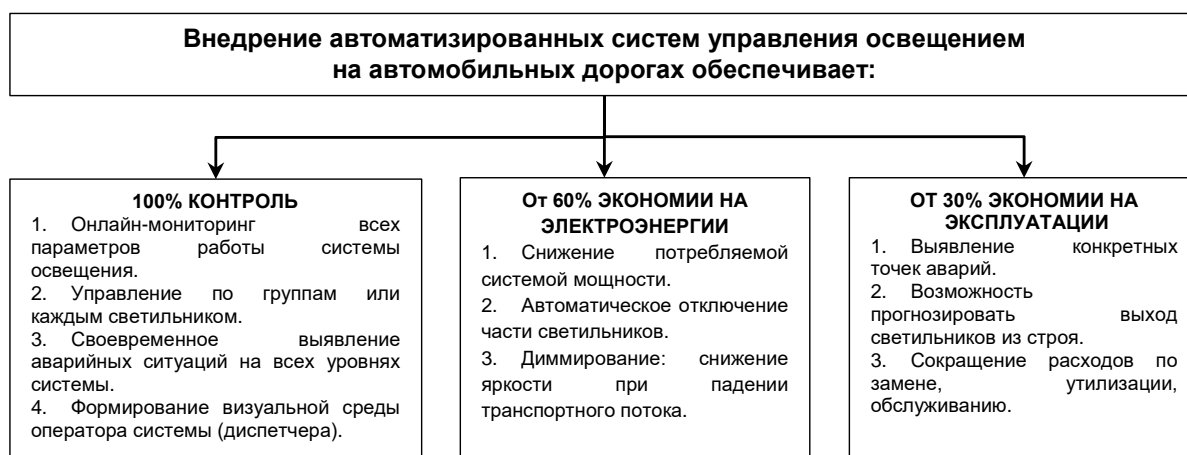


Рис. 3. Положительные стороны внедрения автоматизированных систем управления освещением

В первую очередь автоматизированную систему управления освещением необходимо устанавливать на участках, где чаще всего происходят ДТП в темное время суток.

Анализ ДТП в темное время суток на ФАД «К-О» позволил выявить участок, где необходимо применить автоматизированную систему освещения для повышения безопасности дорожного движения в темное время суток. Выбранный участок находится на 112 км дороги (112,245 км по 112,655 км).

Участок на 112 км ФАД «К-О» является аварийным, анализ выявил, что на нем происходят ДТП, где погибали люди, также были ДТП с участием пешеходов. Исследования данного участка показали, что видимость в плане не обеспечена в результате кривых в плане на подходе к участку и больших продольных уклонов.

Необходимость в установке автоматизированной системы управления освещения на 112 км ФАД «К-О» заключается также в том, что дорога имеет пересечение в одном уровне со второстепенными дорогами, наличием автобусных остановок возле которых имеются пешеходные переходы.

Схема установки автоматизированной системы управления освещения на 112 км ФАД «К-О» представлена на рис. 4.



Рис. 4. Схема расположения осветительных приборов на 112 км ФАД «К-О»

Общая длина участка, где устанавливается автоматизированная система управления освещением, составляет 501 км. В соответствии с нормативными документами предлагается устанавливать столбы освещения на расстоянии 40 м друг от друга [7]. В данную систему входят датчики движения для транспортных средств, датчики необходимо устанавливать на подъездах к участку за 60 м на отдельных столбах. После появления транспортных средств в зоне действия датчиков, они передают сигнал на контроллер, который отвечает за яркость света осветительных приборов на дороге.

В результате внедрения автоматизированной системы управления освещением освещение дорог будет проходить поэтапно.

В темное время суток при отсутствии транспортных средств допускается уменьшение степени освещенности дороги путем отключения 50% светильников или при помощи регулятора светового потока (рис. 8). Поэтапное включение светильников на дороге происходит, когда срабатывает датчик движения (рис. 5).

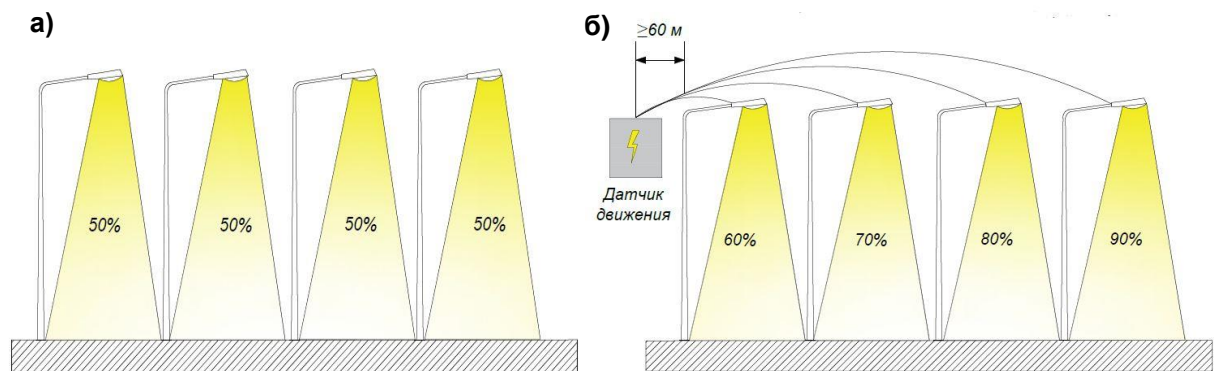


Рис. 5. Работа светильников автоматизированной системы управления освещением:

- а) работа светильников при отсутствии транспортных средств на дороге;
- б) работа светильников при срабатывании датчиков движения

Вывод:

Анализ аварийности федеральной автомобильной дороги «Казань-Оренбург» показал, что почти каждое второе ДТП происходит в темное время суток. В качестве принятия мер по повышению безопасности

дорожного движения темное время суток предлагается установка автоматизированных систем управления освещением. Данная система позволяет поэтапное включение освещения, что поможет водителям своевременно обнаруживать других участников дорожного движения, т.к. переход от темноты к свету проходит постепенно.

Внедрение автоматизированных систем управления освещением на федеральных дорогах повышает безопасность движения в темное время суток, также способствует снижению энергетических затрат. Для внедрения данной системы требуется небольшое количество оборудования, что позволяет также получить экономический эффект.

Библиографический список:

1. Ghazali M, Anuar K, Pozi M, Tahir M. Children, Youth and Road Environment: Road Traffic Accident. In: Asia Pacific International Conference on Environment-Behaviour Studies. Kuching, Sarawak, Malay-sia; 2012. P. 213-218.

2. Печатнова Е.В., Сафронов К.Э. Оценка влияния количества осадков на аварийность на дорогах вне населенных пунктов // Вестник СибАДИ. 2020. №4 (74). С. 512-522.

3. Abdelfatah AS, Shah MZ, Puan OC. Evaluating the Sustainability of Traffic Growth in Malaysia. Jurnal of Traffic and Logistics Engineering. 2015; 3(1): P. 6-11.

4. Филиппова А.И., Сидоренкова Ю.И. Анализ существующих автоматизированных систем уличного освещения и новый способ освещения удаленных от населенных пунктов участков автодороги // Научный журнал молодых ученых. 2021. №1 (22). С. 88-95.

5. Николаева Р.В. Совершенствование транспортной системы на основе развития интеллектуальных транспортных систем: сб. ст. IV международной научно-практической конференции «Современные проблемы безопасности жизнедеятельности: интеллектуальные транспортные системы»/ИЦБЖД. Казань, 2016. С. 387-392.

6. Марончук И.И., Широков И.Б., Вельченко А.А., Мирончук В.И. Система интеллектуального светодиодного освещения // Энергетика. Известия высших учебных заведений и энергетических объединений СНГ. 2018. №5. С. 440-450.

7. Пионкевич В.А. Разработка и исследование модели для выполнения светотехнического расчета освещения автомобильных дорог в комплексе Light-In-Night Road // Вестник ИргТУ. 2016. №10 (117). С. 142-153.

Yusupkina Yu.E. Automated lighting control systems on federal highways

ПРОЕКТИРОВАНИЕ, РЕМОНТ И ЭКСПЛУАТАЦИЯ ДОРОЖНО-СТРОИТЕЛЬНЫХ И ТРАНСПОРТНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ МАШИН

УДК 532.525.3

ФОРСУНКА МОБИЛЬНОЙ РАСПЫЛИТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ ДЛЯ ПОКРЫТИЯ ОГРАЖДЕНИЙ УЛИЧНО ДОРОЖНОЙ СЕТИ И ГОРОДСКОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ

Кислицын О.А. (гр. АД-1-19)¹, Гофман С.Д. (гр. АД-1-21)²

Научный руководитель – канд. техн. наук, профессор Фоменко Н.А.¹

¹ *Волгоградский государственный технический университет*

² *ГБПОУ "Волгоградский строительный техникум"*

Долговечность металлоконструкций ограждений парковой зоны городской инфраструктуры, улично-дорожной сети, мостовых переходов и других объектов, как правило обеспечивается нанесением на поверхность ограждения различными инструментами защитных лакокрасочных материалов. К наиболее распространённым инструментам следует отнести кисти, валики и пневматические распылители. Однако все они обладают существенными недостатками, Основным является низкая производительность выполняемых работ, упомянутыми инструментами. На основе аналитических исследований и опытно-конструкторских работ авторами предлагается форсунка с автономной системой подачи лакокрасочными материалами, увеличенным факелом распыла и механизмом автоматической очистки сопла, что обеспечивает повышение производительности покрытия ограждений, снижение трудоёмкости обслуживания, эксплуатационных затрат и себестоимости выполнения работ.

The durability of metal structures of fences in the park zone of urban infrastructures, the street and road network, bridge crossings and other objects, as a rule, is ensured by applying protective paint and varnish materials to the surface of the fence with various tools. The most common tools include brushes, rollers and pneumatic sprayers. However, all of them have significant disadvantages, the main one is the low productivity of the work performed by the mentioned tools. Based on analytical research and development work, the authors propose a nozzle with an autonomous system for supplying paint and varnish materials, an enlarged spray torch and an automatic nozzle cleaning mechanism, which provides an increase in the productivity of covering fences, reducing the complexity of maintenance, operating costs and the cost of work.

Анализа существующих способов окраски ограждений показывает, что для восстановления покрытия ограждений преимущественно используется ручной труд, который не обеспечивает необходимую производительность и защиту окружающей среды при выполнении работ.

Снижение себестоимости выполненных работ с учётом оптимизации численности рабочих, инженерно-технической и управленческой службы, эксплуатационных и материальных затрат и производительности способствует росту экономической эффективности применения совершенных средств механизации обслуживания улично-дорожной сети и городской инфраструктуры.

Окраска ограждений большой протяжённости кистью или валиком не обеспечивает высокую производительности выполнения работ и как правило сопровождается повышением стоимости выполняемых работ. Кисти различной ширины и толщины - недорогой инструмент, удобен для окраски недоступных участков ограждений, но обработка большой площади занимает значительное время. Валик следует применять для окраски ровных поверхностей большой площади. Однако, его применение, вместе с равномерным нанесением покрытия приводит к увеличению расхода лакокрасочного материала, особенно для обработки решётчатых ограждений и мелких деталей.

Краскопульты, пульверизаторы, пистолеты – распылители, краскораспылители удобны для окраски протяжённых и высоких ограждений, в сравнении с кистью и валиком существенно сокращают время окраски, обеспечивают ровное покрытие на всех участках, снижают расход лакокрасочного материала. Вместе с тем не могут удовлетворять требованиям, предъявляемым к окраске ограждений решётчатой конструкции и защиты окружающей среды в зоне выполняемых работ.

Например, пистолет-распылитель, [1] совмещённый с ёмкостью для лакокрасочного материала, подключённый через гибкий шланг к переносному компрессору подачи в распылитель сжатого воздуха имеет ограниченную площадь распыления лакокрасочных материалов на окрашиваемую поверхность, так как факел распыления лакокрасочного материала формируется одним соплом, что снижает производительность работ, также применение ручного труда ограничивает производительность, поэтому при окраски, например, ограждений большой протяжённости потребуется увеличение численности рабочих, что повышает стоимость выполняемых работ. Кроме того, к существенному недостатку следует отнести то обстоятельство, что в открытом пространстве, в атмосферу выбрасывается значительное количество неиспользованного продукта распыления, химический состав которого отрицательно влияет на экологическую безопасность окружающей среды.

Распылительная система переносным краскораспылителем, [2] содержащая пистолет-распылитель, совмещённый с ёмкостью для лакокрасочных материалов, переносной компрессор и гибкий шланг для подачи сжатого воздуха в распылительную систему также имеет ограниченную площадь распыления лакокрасочных материалов на покрываемую поверхность, так как факел распыления обеспечивается одним соплом, а применение ручного труда при окраске ограждений снижает производительность распылительной системы. К существенному недостатку можно отнести, то что для покрытия ограждения большой протяжённости, например, ограждений парковой зоны, бульваров, мостовых переходов, потребуется частая дозаправка емкости для лакокрасочных материалов, также средство для транспортировки компрессора, при этом возрастает трудоёмкость и стоимость выполняемых

работ. Кроме того, при решётчатой конфигурации рисунка покрываемого ограждения, большая часть лакокрасочных материалов или растворителей, применяемых для обезжиривания поверхности ограждения, выбрасывается в атмосферу, что приводит к увеличению расхода материала и загрязнению окружающей среды.

Как видно из анализа применение пневматического распылителя. не значительно повышает производительность работ, кроме того для покрытия ограждения большой протяжённости потребуются частая дозаправка емкости для лакокрасочных материалов, а также средство для транспортировки компрессора, также при решётчатой конфигурации рисунка покрываемого ограждения, часть лакокрасочных материалов или растворителей, применяемых для обезжиривания поверхности ограждения, выбрасывается в атмосферу, что приводит к увеличению расхода материала и загрязнению окружающей среды.

Общим недостатком для выше упомянутого инструмента для окраски ограждений является низкая производительность выполняемых работ, из-за ограниченной площади распыления лакокрасочного материала на покрываемую поверхность ограждения, обусловленная формированием факела распыления одним соплом, применения непроизводительного ручного труда и отсутствие защиты окружающей среды от неиспользованного после распыления химически вредного лакокрасочного материала.

На основе анализа перечисленных недостатков, проведён синтез отдельных элементов и разработана высоко интегрированная схема технического решения, позволяющая устранить упомянутые выше недостатки. Во-первых, замена не производительного ручного труда на механизированную систему, управляемую оператором из мобильного транспортного средства. Во-вторых, оснащение мобильного транспортного средства грузоподъёмным механизмом для навешивания с помощью траверсы и установки распылительной системы на ограждение. В-третьих, изолирование распылителей распылительной системы от окружающей среды. В - четвёртых, применить механизм сбора для утилизации неиспользованного лакокрасочного материала.

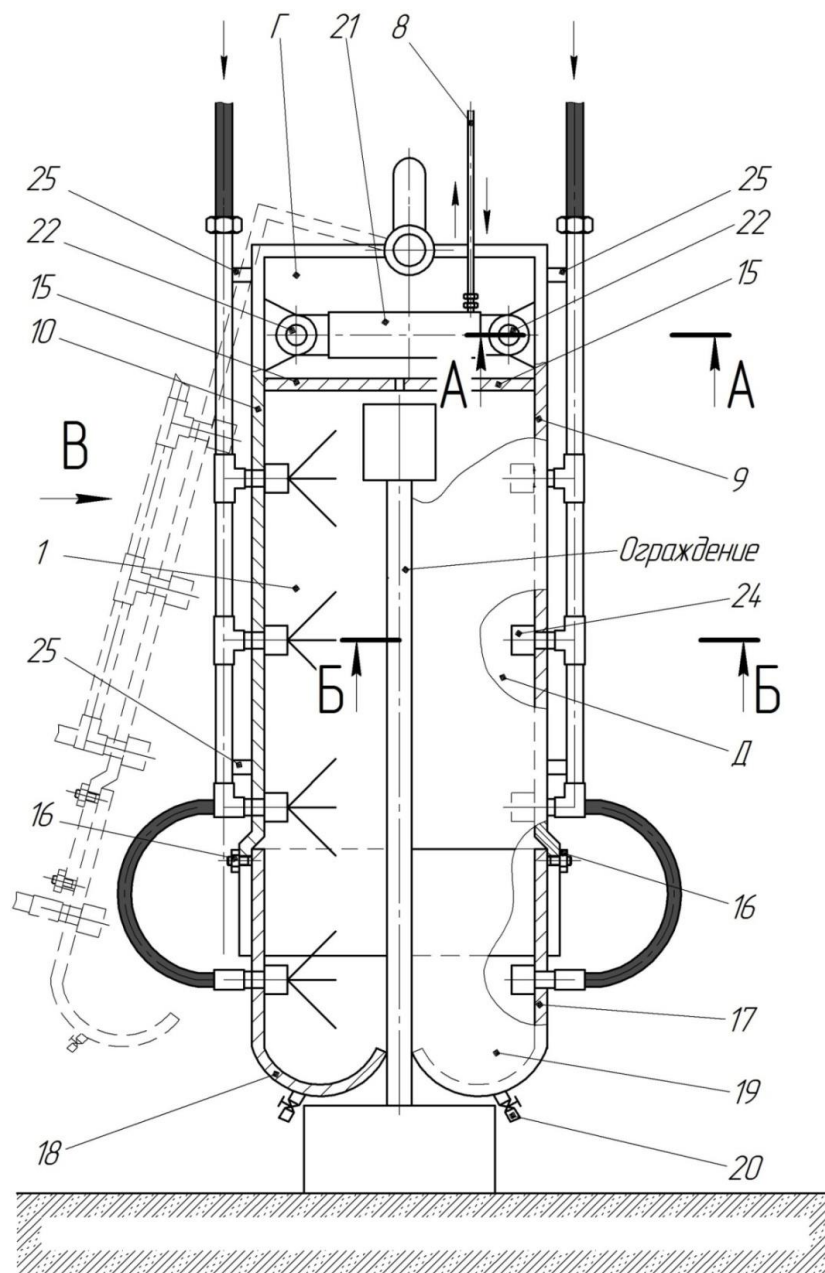
На основе сформулированной концепции для решения технической задачи по повышению эффективности покрытия ограждений авторами предлагается распылительная система, которая позволяет, за счёт расширения площади распыления и непрерывного механизированного покрытия ограждений, повысить производительность и обеспечит защиту окружающей среды в зоне проведения работ. На рисунке 1 приведена конструкция такой схемы. Значимость технического решения заключается в том, что с помощью мобильного механизированного способа окраски ограждений достигнута высокая производительности окраски ограждений и обеспечена полная защита окружающей среды от загрязнения неиспользованными лакокрасочными материалами.

Распылительная система содержит распылительную камеру 1, металлические трубопроводы 2 для подачи лакокрасочного материала, металлические трубопроводы 3 для подачи сжатого воздуха, гибкие шланги 4 и 5 для подачи лакокрасочного материала, гибкие шланги 6 и 7 для подачи сжатого воздуха и гибкий шланг 8 подачи рабочей жидкости гидропривода. Камера 1 выполнена из двух симметрично расположенных экранов 9 и 10 коробчатого типа, соединённых между собой шарниром 11 с траверсой 12, предназначенной для навешивания на транспортного средства. Экраны 9 и 10 состоят из несущих 13 и боковых 14 стенок. В верхней части жёстко закреплены перегородки 15, разделяющие камеру на два отсека - «сухой» *Г* и «мокрый» *Д*. В нижней части резьбовым соединением 16 закреплены накопители 17 коробчатого типа, выполненные в виде лотков 18 закрытых с двух сторон боковыми стенками 19, при чём лотки 18 снабжены штуцерами 20 с вентилями для слива лакокрасочного материала осаждаемого при окраске.

В «сухом» отсеке *Г* камеры установлен гидроцилиндр 21, который соединён шарнирами 22 с кронштейнами 23. В «мокрый» отсеке *Д* размещены распылители 24 (рис.2), которые соединены с металлическими трубопроводами 2 подачи лакокрасочного материала и 3 сжатого воздуха, с гибкими шлангами 5 подачи лакокрасочного материала и 7 сжатого воздуха, неподвижно закрепленными кронштейнами 25. Гибкие шланги 5 и 7 присоединены к металлическим трубопроводам 2 и 3 и предназначены для подачи лакокрасочных материалов и сжатого воздуха к распылителям 24, ёмкость для лакокрасочных материалов, компрессор для подачи сжатого воздуха и гидропривод для подачи рабочей жидкости в гидроцилиндр размещены на мобильном грузоподъёмном транспортном средстве.

На рисунке 2 представлена форсунка, которая состоит из корпуса 1, распылителя и кулачкового механизма 3, предназначенного для пульсирующей подачи на распылитель краски при окраски ограждения, поступающей по гидролинии 4 через обратный клапан 5 от бака 6, расположенного на мобильном грузоподъёмном транспортном средстве. В распылителе 2 выполнены отверстия 7 равноудалённые от оси корпуса 1 и расточка 8 с направляющим цилиндрическим стержнем 9 для установки пружины 10 запорного элемента, выполненного в виде подпружиненной запорной пластины 11. Для подачи красителя к форсунке распылительной системы на торцевой поверхности корпуса 1 выполнены проточка *В* и канал 12, а в полости *Г* размещён плунжер 13 с пружиной 14, установленной в расточке 15, при этом глубина расточки 15 равна полному ходу *x* подпружиненного плунжера 13. Герметичность сопрягаемых поверхностей корпуса 1 и подпружиненного плунжера 13 обеспечивается уплотнительными кольцами 16. Запорная шайба 17 с равноудалёнными от оси корпуса 1 отверстиями 18 и запорный элемент, выполненный в виде подпружиненной запорной пластины 11, на которой с одной стороны

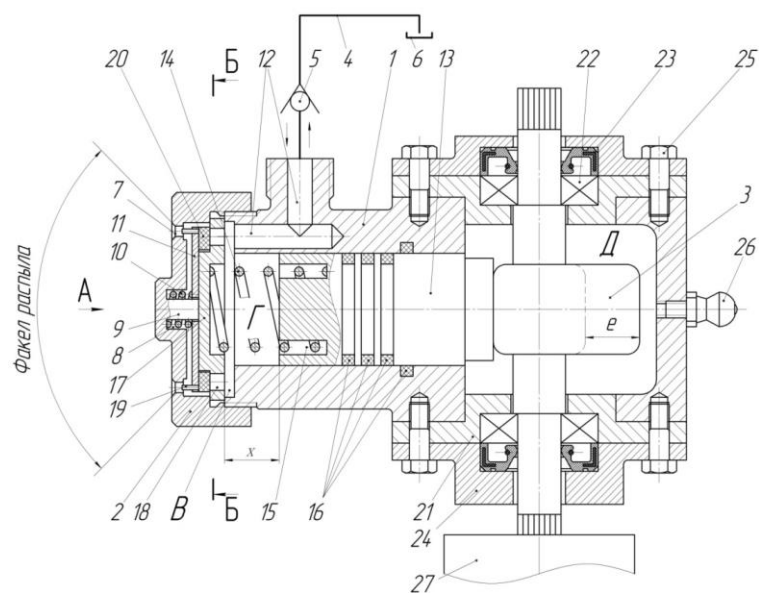
неподвижно установлены штоки 19 предназначенные для очистки от механических примесей и сгустка красителя в отверстиях 7 распылителя 2.



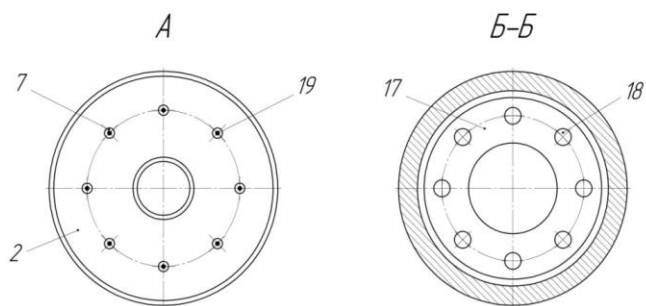
Фиг.1

Рис. 1. Распылительная система

Эластичное кольцо 20, выполненное из резины и закрывает отверстия 18 расположенное на запорной шайбе 17. Кулачковый вал 3, размещённый в полости Д, имеет эксцентриситета e равный полному ходу пружиненного плунжера 13 – x , установлен в стаканах 21 на опорах подшипников качения 22, защищённых манжетами 23, размещёнными в крышках 24 и закреплёнными винтами 25. Смазка подшипников 22 расположенных в полости Д осуществляется с помощью маслёнки 26, а вращение кулачкового вала 3 от автономного привода 27.



Фиг. 1



Фиг. 2

Фиг. 3

Рис. 4. Распылительная система

Таким образом предлагаемая форсунка распылительной системы с механизмом автоматической очистки сопла обеспечивает непрерывность механизированного процесса покрытия ограждений улично-дорожной сети и городской инфраструктуры лакокрасочными материалами, что позволяет повысить производительность окраски, эксплуатационную надёжность, снизить трудоёмкость обслуживания и себестоимость выполняемых работ.

Библиографический список:

1. Патент № 2495727 С2 Российская Федерация, МПК В05В 7/24. Пистолет-распылитель : № 2010139290/05 : заявл. 20.02.2009 : опубл. 20.10.2013 / Ж. Ж. Бергнер, Н. Текогуль, Й. Альбрехт [и др.] ; заявитель РОБЕРТ БОШ ГМБХ. – EDN DURMWA..

2. Патент № 2391143 С2 Российская Федерация, МПК В05В 7/24. Пистолет-распылитель с встроенным соединителем для быстрой установки резервуара с краской : № 2005111965/11 : заявл. 24.10.2003 : опубл. 10.06.2010 / С. С. П. Джозеф, М. Д. Р. Адамс, Н. Делбридж, М. В. Хаукрофт ; заявитель ЗМ Инновейтив Пропертиз Компани. – EDN NVLPER.

3. Патент № 2712570 С1 Российская Федерация, МПК В05В 7/24. Распылительная система : № 2019110661 : заявл. 09.04.2019 : опубл. 29.01.2020 / Н. А. Фоменко, О. В. Бурлаченко, В. Н. Фоменко ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Волгоградский государственный технический университет" (ВолгГТУ). – EDN OXMEFB.

4. Патент № 2651208 С1 Российская Федерация, МПК В05В 1/08, В05В 15/00. Форсунка : № 2017114688 : заявл. 26.04.2017 : опубл. 18.04.2018 / Н. А. Фоменко, О. В. Бурлаченко, С. В. Алексиков, В. Н. Фоменко ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Волгоградский государственный технический университет" (ВолгГТУ). – EDN MGEXJS.

Kislitsyn O.A., Hoffman S.D., Fomenko N.A. Nozzle of a mobile spray system for covering fences of the road network and urban infrastructure

Научное издание

**МОЛОДЕЖЬ И НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ПРОГРЕСС
В ДОРОЖНОЙ ОТРАСЛИ ЮГА РОССИИ**

**YOUTH AND SCIENTIFIC-AND-TECHNICAL PROGRESS
IN THE ROADFIELD OF THE SOUTH OF RUSSIA**

Материалы XVI Международной научно-технической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых, 25—27 мая 2022 г., Волгоград

Публикуемые материалы соответствуют
авторским оригиналам-макетам,
поступившим в оргкомитет конференции

Дизайн обложки: *Близнякова Е.А., Глазунов И.И.*
Ответственные за выпуск: *Лескин А.И., Глазунов И.И.*

Подписано в печать 01.09.2022
Гарнитура «Таймс». Формат 60*84/16.
Усл.-печ. 13,6 л. Уч.-изд. 14,4 л.
Тираж 50 экз. Заказ №

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Волгоградский государственный технический университет»
400074, Волгоград, ул. Академическая, 1
<http://www.vgasu.ru>, info@vgasu.ru