

## Строительство, эксплуатация и безопасность автомобильной дороги в эколого-социально-экономическом контексте

В.Н. Лукашевич<sup>a</sup>, О.Д. Лукашевич<sup>b</sup>

Томский государственный архитектурно-строительный университет, пл. Соляная, 2, Томск, Россия  
<sup>a</sup> vnluc@yandex.ru, <sup>b</sup> odluk@yandex.ru

Статья поступила 14.09.2020, принята 15.09.2020

*Рассматриваются вопросы строительства и функционирования дорожно-транспортного сектора экономики в Сибирском федеральном округе в контексте устойчивого развития. Показаны особенности автотранспортного строительства в условиях усиления экологического кризиса. Охарактеризованы эколого ориентированные направления развития дорожного строительства и содержания автомобильных дорог: проектирование с учетом возможных экологических рисков; максимальное использование местных сырьевых ресурсов; широкое внедрение малоотходных технологий; утилизация отходов производства и потребления; минимизация шума, а также выбросов и сбросов вредных веществ в окружающую природную среду.*

**Ключевые слова:** автомобильная дорога; экологический риск; ресурсосбережение; экологическая безопасность строительства; утилизация отходов.

## Construction, operation and safety of a road in a socio-environmental context

V.N. Lukashevich<sup>a</sup>, O.D. Lukashevich<sup>b</sup>

Tomsk State University of Architecture and Building; 2, Solyanaya Sq., Tomsk, Russia  
<sup>a</sup> vnluc@yandex.ru, <sup>b</sup> odluk@yandex.ru

Received 14.09.2020, accepted 15.09.2020

*The issues of construction and functioning of the road transport sector of the economy in the Siberian Federal District in the context of sustainable development are considered. The features of motor transport construction in the context of intensifying environmental crisis are shown. The ecologically oriented directions of development of road construction and maintenance of highways are characterized: design taking into account possible environmental risks; maximum use of local raw materials; widespread introduction of low-waste technologies; utilization of production and consumption waste; minimization of noise, as well as emissions and discharges of harmful substances into the environment.*

**Keywords:** road; environmental risk; resource conservation; environmental safety of construction; waste disposal.

Работы, связанные со строительством, ремонтом, эксплуатацией автомобильных дорог (АД), требуют учета планирования и качественного проведения мероприятий, обеспечивающих экологическую безопасность и предотвращение (или уменьшение) возможного негативного воздействия на окружающую среду. Это относится ко всем этапам дорожного строительства: изыскательскому, проектировочному, заготовительному и транспортному, а также к этапам строительно-монтажных работ и контрольным испытаниям [1–4].

Под термином «экологическая безопасность автомобильной дороги» (ЭБ АД) будем понимать «состояние защищенности окружающей природной и социальной среды от воздействия дороги на этапах строительства, реконструкции, эксплуата-

ции, содержания и ремонта, когда параметры воздействия дороги на среду не выходят за пределы фоновых значений или не превышают санитарно-гигиенических (экологических) нормативов» [1]. Природные экосистемы на прилегающих к дороге территориях в таком идеальном случае сохраняют свои основные биосферные функции на протяжении неопределенно длительного времени.

Комплекс мероприятий экологической направленности в дорожно-хозяйственной сфере, по действующим нормативно-правовым документам, включает следующие направления: сокращение земельных участков, отводимых под строительство (при минимальном захвате плодородных земель); сокращение природных ресурсов (почва, песок, гравий, деревья и др.), используемых в

строительстве; сбережение плодородного слоя почвы, рекультивация нарушенных земель; недопущение превышения экологических нормативов по содержанию загрязняющих веществ в объектах природной среды (в воздухе, воде, почве); соблюдение нормативного уровня шума; предотвращение появления в результате дорожного строительства и эксплуатации транспортно-дорожных систем опасных экзогенных процессов, таких как эрозия, заболачивание почв, оползнеобразование; недопущение действий, приводящих к ухудшению условий существования людей, живых организмов; предотвращение возможности эстетического и историко-архитектурного ущерба сложившемуся на территории ландшафту [1–3].

Особое значение строгое соблюдение указанных мероприятий имеет в условиях Западной Сибири. Это связано со сложными региональными природно-климатическими условиями. В научно-методической литературе по биоклиматическому районированию Омская, Новосибирская, Томская области относятся к зоне Б-1. Эти территории отличаются низкими температурами, сильными ветрами, избыточными осадками, долгим снежным покровом. Сибирский федеральный округ характеризуется большими выбросами токсичных веществ (свыше 30 % от объема всех газовых выбросов страны) в атмосферу от предприятий и жкх. Неблагоприятная экологическая ситуация (суровые климатические условия в совокупности с высоким уровнем загрязнения) является причиной высокой заболеваемости населения региона. Около 50 % от уровня общей заболеваемости приходится на болезни органов дыхания и кровообращения. К этому приводит синергетический эффект, проявляющийся в результате сочетания воздействия токсичных веществ, содержащихся в воздухе (в первую очередь — вблизи автомагистралей, предприятий химической, нефтехимической, угольной отраслей), и переохлаждения организма. В состав выхлопных газов бензиновых и дизельных двигателей входят мелкодисперсные частицы (размером от 0,1 до 1 000 мкм) сажи, пепла, минералов и металлов (в том числе токсичных — свинца, хрома, кадмия) [4]. Благодаря малым размерам, развитой удельной поверхности, сложному химическому составу такие частицы являются опасными экотоксикантами. Отечественными и зарубежными исследователями показана корреляция между транспортной нагрузкой и численными показателями заболеваемости органов дыхания, подавлением иммунной системы, развитием онкологических заболеваний [4; 5].

Пылеобразование на автомобильных дорогах происходит в результате износа дорожного покрытия, внесения колесами автомобиля на проезжую часть фрагментов грязи и пыли при въезде на магистраль с необустроенных территорий, а также в ре-

зультате износа автопокрышек. На интенсивность процесса пылеобразования влияют физико-механические свойства дорожно-строительного материала, возраст и состояние покрытия, скорость движения автотранспорта, а также масса, габариты и тип движущихся по дороге автомобилей и природно-климатические условия в районе автотрассы.

Ситуация усугубляется неудовлетворительным состоянием автомобильных дорог на периферии городов и в небольших поселениях, где финансирование строительства и ЖКХ недостаточное. Некачественный ремонт, высокий износ или отсутствие твердых покрытий, слабая проходимость транспорта на узких улицах — все это создает условия для частых остановок, торможения автомобилей и, как следствие, превышения экологических нормативов по содержанию в воздухе пыли и вредных компонентов выхлопных газов, а также повышенному уровню шума.

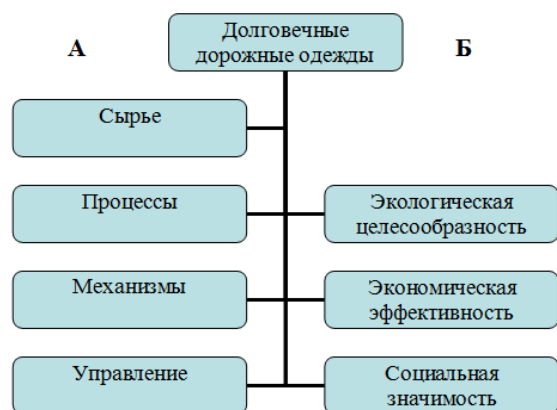
Шумовое загрязнение среды не только создает акустический дискомфорт и приводит к ухудшению слуха. Воздействие акустических колебаний вызывает такие заболевания, как психические расстройства, нарушение работы сердечно-сосудистой системы. В результате воздействия шума развиваются заболевания центральной нервной системы, гипертоническая и язвенная болезни. Исследователи отмечают возникновение у горожан неврозов, раздражительности, бессонницы, формирование синдрома хронической усталости [6]. Из сказанного следует очевидная важность реализации любых мероприятий (планировочных, организационных, технологических и т. д.), способствующих уменьшению загрязненности воздуха и снижению транспортного шума: увеличение пропускной способности дорог, совершенствование материалов дорожного покрытия (с целью придания ему долговечности и шумопоглощающих свойств); использование искусственных и природных (из зеленых насаждений) пыле- и шумозащитных экранов; строительство объездных дорог и развязок и т. д.

По оценкам некоторых специалистов [7; 8], российские автомагистрали отстают в своем развитии от мирового уровня на несколько десятков лет. Все граждане России ощущают на себе эту отсталость. Около 2 млн граждан страны в более чем 40 тыс. населенных пунктов живут без автомобильного сообщения. На сегодня обеспеченность автодорогами в России на 10 тыс. чел. составляет 400 м, в США она составляет 2 200 м, в Канаде — 4 400 м, в Европе — 6 700 м.

В работе [8] на основе анализа зарубежного опыта предложена для обсуждения концепция «вечных» дорожных одежд. Этот термин был в 2000 г. предложен организацией «Национальный альянс асфальтобетонных покрытий» (NAPA, США) для дорожных одежд, спроектированных и постро-

енных так качественно, чтобы служить без капитального ремонта (реконструкции) не менее 50 лет. При этом допускаются небольшие ремонтные работы по восстановлению целостности только верхнего слоя. Эколого-экономическая целесообразность реализации данной концепции объясняется низкой стоимостью жизненного цикла (так как отсутствует необходимость ремонта основания и нижнего слоя дорожного покрытия); сокращением сроков проведения ремонтов; минимизацией негативного воздействия на окружающую среду.

В контексте этого направления, одновременно принимая во внимание невозможность реализации «вечных» дорожных одежд (особенно в регионах Сибири, Севера и Дальнего Востока) в условиях сурового климата, усугубляющегося ростом стихийных бедствий и природных катастроф, переформулируем термин на «долговечные дорожные одежды», выделим необходимые и существенные качества таких одежд и направления практико-ориентированных исследований в науке и технике, необходимых для устойчивого (самоподдерживаемого) развития дорожно-строительного комплекса с учетом региональных особенностей.



**Рис.** Структура системы «Долговечные дорожные одежды»: А – внутренние, Б – внешние подсистемы

На рисунке показана структурно-организационная схема, описывающая систему «долговечные дорожные одежды». Подсистемы «сырье», «процессы», «механизмы», «управление» относятся к внутренним подсистемам, а экологическая, социальная подсистемы и подсистема экономических экспертных оценок – к внешним. Каждая подсистема относительно автономна, но все они взаимодействуют и оказывают влияние друг на друга по горизонтальным и вертикальным направлениям. Как показывает литературный анализ состояния проблемы, являющейся предметом нашего исследования, содержательное и функциональное насыщение подсистем находится на разном, часто недостаточном, уровне.

Сырьевая подсистема включает химические, физические, механические, биологические свой-

ства используемых ресурсов. Полнота использования сырья – важнейшая проблема современности. Потери природного ресурса для строительной отрасли на каждой стадии – добыча, транспортировка, складирование, подготовка к использованию (обогащение, дробление, отсев, дозировка и др.) – достигают сегодня 5–25 %. Особое место в сырьевой подсистеме может занимать техногенное вторичное сырье – отходы производства и потребления. Утилизация таких отходов в дорожном строительстве – важнейшая задача современности.

Подсистема процессов объединяет разнообразные по физико-химической сущности химические превращения и физические явления, которые являются определяющими на каждой стадии технологической цепочки. Их последовательность, а также условия реализации (температурные режимы, продолжительность и другие параметры) обеспечивают требуемое качество дорожной одежды.

Подсистема механизмов обеспечивает оборудование (устройства, аппараты, машины), с помощью которых реализуется технология, выбранная для данного объекта дорожного строительства или его реконструкции.

Подсистема управления в нашей схеме предполагает строгое соблюдение научно обоснованных технологических режимов, контроль, мониторинг. Эти функции выполняют инженер-технолог (или группа таких специалистов), главный инженер. Ключевая фигура на реальном производстве – специалист, владеющий как узкоспециальными профессиональными, так и междисциплинарными знаниями, универсальными (метапредметными) компетенциями, что позволяет ему легко ориентироваться в решении постоянно возникающих проблем, как правило, не имеющих стандартных решений. Важно, чтобы стремление к оптимизации и минимизации затрат в рамках менеджмента не привело к нарушениям в технологии и, как следствие, к ухудшению качества автомобильной дороги. Рассел Акофф справедливо отмечал, что эффективное управление – это управление взаимодействиями, а не отдельными действиями [9]. Из этого утверждения следует, что устранение сложившихся в дорожном строительстве недостатков требует не только технического переоснащения, но и перестройки структуры, процессов, требований к сырьевым материалам, автоматизации и т. д.

Экологическая, социальная и экономическая подсистемы оказывают существенное влияние на вышеперечисленные орудия, формы и средства. Две первые фактически формулируют социальный заказ общества на удовлетворение потребностей в комфортной, доступной, безопасной среде обитания. Экономическая подсистема испытывает

сегодня серьезные затруднения, наблюдается диспропорция в дорожно-строительной сфере разных регионов страны. Строительство, реконструкция и эксплуатация федеральных трасс, прежде всего – новых, стратегически важных объектов, обеспечивается достаточным финансированием со стороны государства, есть примеры государственно-частного партнерства [10], опыт первых платных автомобильных дорог или их участков (например, на скоростной магистрали Москва – Санкт-Петербург). В то же время, на

депрессивных территориях, удаленных от крупных промышленных центров, причем как в европейской, так и в азиатской части России, местные бюджеты не позволяют вкладывать необходимые материальные и нематериальные ресурсы в дорожное строительство. Минимально возможные денежные средства направляются только на ямочный ремонт, устранение критических ситуаций, но не на инновации, способные коренным образом изменить состояние транспортно-дорожной сети региона.

Основные направления инноваций для создания долговечных дорожных одежд

Новые подходы в дорожном строительстве	Характеристика инноваций по направлениям, примеры реализации	Источники информации
Создание и внедрение инноваций, обеспечивающих повышение качества строительных материалов	Улучшение технических характеристик дорожных конструкций путем армирования земляного полотна и асфальтобетона (использование геосеток, полимеров), модифицирования битума и т. д.	[11-14]
Широкое внедрение новых дорожно-строительных технологий	Стабилизация грунта, замена привозных строительных материалов на местные, замена асфальтобетонных покрытий на более дешевые и долговечные цементобетонные; автоматизация дорожного строительства	[15-17]
Ускорение решения организационных, правовых, территориальных вопросов строительства и ремонта дорог в контексте с новыми приоритетами финансирования строительства и реконструкции дорог	Увеличение финансирования дорожного хозяйства. Обновление парка машин и механизмов мощными и высокопроизводительными машинами	[15-17]
Приоритетность инноваций, направленных на повышение безопасности движения, экологической безопасности, снижения негативного воздействия на окружающую среду	Совершенствование нормативно-правовой базы, инструментов для ее исполнения для обеспечения безопасности дорожного движения и повышения эффективности природоохранных мероприятий. Активизация внедрения технологий, предусматривающих использование отходов в дорожном строительстве	[16-22]
Подготовка высококвалифицированных специалистов, способных к реализации новейших технологий	Переоснащение специализированных кафедр вузов и лабораторий техникумов современным оборудованием для обучения студентов на высоком уровне развития дорожной науки и техники	[23]
Активизация НИР и ОКР по созданию нематериальных активов – конкурентоспособной отечественной научно-технической продукции (запатентованных технологий и оборудования)	Формирование информационной инфраструктуры для дорожно-строительной отрасли. Создание и развитие банков данных по дорожному хозяйству. Разработка IT-технологий проектирования и сопровождения дорожных работ	[24; 25]
Расширение источников финансирования дорожного хозяйства на основе концессионных соглашений на строительство и эксплуатацию дорог	Совершенствование механизмов государственно-частного партнерства	[15]
Управление дорогами на основе опыта государственной компании «Российские автомобильные дороги»	Устранение территориальных диспропорций в дорожно-транспортном комплексе. Распространение современных эффективных технологий строительства, ремонта и эксплуатации дорог	[26; 27]
Создание условий для роста числа саморегулируемых организаций, готовых гарантировать высокое качество дорожных одежд в процессе эксплуатации	Гармонизация нормативной базы дорожного строительства (технических регламентов, национальных стандартов и др.). Оказание поддержки малому и среднему бизнесу. Помощь по внедрению современных методов проектирования, ремонта и содержания дорог	[15]

К примеру, объем и состав мероприятий в рамках инженерных изысканий фактически определяют заказчик или сам инвестор. При этом количество отобранных проб и необходимых лабораторных испытаний не рассматривается в качестве базового этапа для дальнейшего планирования, проектирования и реализации строительных работ. Заказчиком устанавливается цена изысканий. Зачастую этой суммы недостаточно для обеспечения требуемых нормативно-технической документацией объемов работ. Как следствие — среди организаций, участвующих в конкурсах на рынке изысканий, появляются и успешно функционируют организации (фирмы-однодневки, всевозможные ООО), которые не имеют собственной лабораторной базы, не заключают договоры с аккредитованными лабораториями, а вместо реального определения механических и деформационных характеристик проб грунтов на объекте используют устаревшие справочные данные, взятые из отчетов прошлых лет или СНиП.

Обобщая вышесказанное и анализируя актуальные публикации, посвященные инновациям в дорожном строительстве, можно в кратком виде выделить основные направления устойчивого развития отрасли, представленные в таблице.

Охарактеризованные в таблице основные направления инноваций, направленные на создание долговечных дорожных одежд, объединены триадой «надежность, качество, безопасность». Каждое из направлений важно само по себе. Однако только одновременная их реализация позволит коренным образом изменить сложившуюся ситуацию, когда за многие годы упадка в дорожном хозяйстве тормозится экономическое развитие страны в целом и Сибири в частности.

В отношении финансового обеспечения строительства / реконструкции автомобильных дорог как объектов крупномасштабного и долгосрочного государственного инвестирования отметим

следующее. Несмотря на осознание чрезвычайной важности расширения и модернизации дорожно-транспортной сети, особенно в азиатской части страны, для ее социального и экономического развития бюджетирование продолжает оставаться проблемной сферой. Сохраняются дефицитное финансирование строительства АД, малоэффективная система распределения средств и размещения государственных (а также муниципальных) заказов на строительство АД, что в итоге влечет за собой строительство дорог с отступлением от технологических регламентов. Слабо учитывается проблема выделения необходимых средств на цели не только на перспективно-долгосрочные (строительство, реконструкция), но также и актуально-краткосрочные (ремонт, содержание АД).

Ежегодная сумма потерь, связанных с недостаточным развитием дорожной сети и ее низким техническим состоянием, оценивается в проекте «Основы концепции реформирования дорожного хозяйства Российской Федерации» [28] в 550–600 млрд р., что превышает 3 % ВВП России. В этом документе в качестве стратегических задач обозначены:

- формирование современной системы планирования на основе совершенствования деятельности в системе управления дорожными организациями;
- повышение эффективности использования финансовых и материальных ресурсов благодаря программно-целевому подходу;
- развитие сети мониторинга и совершенствование системы контроля в дорожно-транспортной отрасли.

Итоги 2019 и первой половины уходящего 2020 гг. показывают реальные успехи в текущей дорожной деятельности на территории региона, создают предпосылки для оптимистичного сценария устойчивого эколого-социально-экономического развития дорожно-транспортной системы страны.

#### *Литература*

1. Экологическая безопасность автомобильной дороги: понятие и количественная оценка. Отраслевой дорожный методический документ: утв. распоряжением Минтранса России от 31.12.2002 № ОС-1181-р. Москва, 2002.
2. Подольский В.П., Артюхов В.Г., Турбин В.С., Канищев А.Н. Автотранспортное загрязнение придорожных территорий. Воронеж: Изд-во Воронежского гос. ун-та, 1999. 261 с.
3. Справочное пособие по охране окружающей природной среды и рациональному использованию природных ресурсов (управление и регламентирование природоохранной деятельности в дорожном хозяйстве с учетом требований стандартов серии ГОСТ Р ИСО 14000). М.: Информавтодор, 2000. 180 с.
4. Чернышев В.В. Экологическая оценка загрязнения атмосферы городов твердыми частицами выхлопных газов автомобилей: автореф. дис. ... канд. биол. наук. Петропавловск-Камчатский, 2017. 23 с.
5. Секерин С.В. Влияние загрузки автодорог движением на экологические характеристики работы автомобильного транспорта в городских условиях // Экология и безопасность жизнедеятельности: сб. материалов III Междунар. науч. конф. Пенза, 2010. С. 169–171.
6. Новиков Ю.В., Голубев И.Р. Окружающая среда и транспорт. М.: Транспорт, 1987. 207 с.
7. Сайт передовых зеленых технологий в России и за рубежом [Электронный ресурс]. URL: <http://green-evolution.ru/blogs/tri-glavnye-problemy-p>. (дата обращения: 25.08.2020).
8. Лессинч В.П., Андрищенко А.А. Дорожная одежда. Зарубежный опыт концепции «вечных» дорожных

- одежд // Науч. вестн. ГОУ ЛНР «Луганский национальный аграрный ун-т». 2018. № 2. С. 163–173.
9. Акофф Р.Л. Четыре типа решения проблем // Проблемы управления в социальных системах. 2014. Т. 7. № 10. С. 12–15.
  10. Немчинов М.В. Государственно-частное партнерство в дорожной отрасли. Концессионное соглашение: плюсы и минусы // Транспортное строительство. 2015. № 11. С. 2–4.
  11. Лукашевич В.Н., Погорелый А.В. Увеличение срока службы дорожных покрытий за счет дисперсного армирования и двухстадийной технологии приготовления асфальтобетонных смесей // Вестн. Томского гос. архитектурно-строит. ун-та. 2001. № 2. С. 45–51.
  12. Лукашевич В.Н., Ефанов Н.Е. Исследование влияния технологии приготовления асфальтобетонных смесей на процессы старения асфальтового вяжущего при использовании волокнистых сорбентов в качестве дисперсной арматуры // Вестник ТГАСУ. 2012. № 2. С. 191–196.
  13. Гохман Л.М. Битумы, полимерно-битумные вяжущие, асфальтобетон, полимерасфальтобетон. М.: ЗАО «ЭКОН-ИНФОРМ», 2008. 117 с.
  14. Беляев П.С., Маликов О.Г., Меркулов С.А., Фролов В.А. Решение проблемы утилизации отходов резинотехнических изделий путем модификации дорожных вяжущих // Вестн. Воронежского гос. ун-та инженерных технологий. 2014. № 2. С. 129–131.
  15. Альбакасов А.И., Дергунов С.А., Белякова Н.А., Орехов С.А. Инновации и технические решения в сфере дорожно-строительного хозяйства Российской Федерации // Архитектура и строительство. 2016. № 5 (139). С. 74–77.
  16. Немчинов М.В., Холин А.С. Принципы проектирования прочных и долговечных дорожных одежд // Вестн. Московского автомобильно-дорожного гос. техн. ун-та. 2019. № 4 (59). С. 70–76.
  17. Немчинов М.В., Васильева А.Г. Пути снижения объемов земляных работ при строительстве автомобильных дорог // Вестн. Московского автомобильно-дорожного гос. техн. ун-та. 2016. № 2 (45). С. 62–70.
  18. Подольский Вл.П., Самодурова Т.В., Федорова Ю.В. Экологические аспекты зимнего содержания дорог. Воронеж: Воронеж. гос. архитектурно-строит. акад., 2000. 152 с.
  19. Вейкина Ж.В. Российский опыт внедрения экологических технологий в дорожном строительстве // Инженерная защита. 2014. № 5. С. 14–23.
  20. Сыдыков Ж.О., Иманкулов А.С. Материалы из отходов промышленности для дорожного строительства // Вестн. Казахской головной архитектурно-строит. акад. 2010. № 1 (35). С. 136.
  21. Беляев П.С., Маликов О.Г., Меркулов С.А. К вопросу о комплексном решении проблем экологии и качества дорожных покрытий // Вопросы современной науки и практики. Ун-т им. В.И. Вернадского. 2012. № 5. С. 184–189.
  22. Бершадский В.Я. Требования экологической безопасности при проектировании транспортно-дорожных комплексов. Оценка воздействия на окружающую среду и экологическая экспертиза проектов. Екатеринбург: Изд-во Ур-ГУПС, 2013. Ч. II. 257 с.
  23. Мухаметшина Р.М., Петров А.В. Ключевые аспекты улучшения качества подготовки кадров для дорожного строительства в условиях широкого использования роботизированной техники // Высшее образование сегодня. 2018. № 8. С. 35–38.
  24. Мухаметшина Р.М., Петров А.В. Создание интеллектуальных транспортных систем и актуальные задачи подготовки кадров дорожно-транспортного профиля // Высшее образование сегодня. 2018. № 12. С. 31–34.
  25. Транспортная стратегия Российской Федерации на период до 2030 года: распоряжение Правительства РФ от 22.11.2008 г. № 1734-р. URL: <http://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/94460/>
  26. Углова Е.В., Тиратуриян А.Н., Шамраев Л.Г. Современный подход к оценке транспортно-эксплуатационных показателей автомобильных дорог государственной компании «Рос. автомобильные дороги» // САПР и ГИС автомобильных дорог. 2016. № 1 (6). С. 38–51.
  27. Горский М.Ю. Основные положения новых межгосударственных стандартов на измерение параметров покрытия // Техническое регулирование в дорожном хозяйстве: метод. пособие. М., 2014.
  28. Основы концепции реформирования дорожного хозяйства Рос. Федерации (Проект) [Электронный ресурс]. URL: <http://www.protown.ru/information/hide/7357.html/> (дата обращения: 10.09.2020).