

Научная статья
УДК 656:681.5
doi: 10.46684/2687-1033.2022.4.410-416

Уровни автоматизации и нормы проектирования на транспорте

В.В. Космин

Независимый исследователь; г. Москва, Россия; vvcosmin@mail.ru

АННОТАЦИЯ

Показана сложившаяся схема классификации путей сообщения (железных и автомобильных дорог) в зависимости от интенсивности транспортной нагрузки — пропускаемых потоков транспортных средств и скоростей их движения. Отмечается отсутствие универсальных классификаций путей сообщения на общемировом уровне в пределах одного вида транспорта. Действуют национальные, региональные и сетевые системы классификации путей сообщения. В связи с развитием цифровых систем организации движения на транспорте стали появляться классификации путей сообщения в зависимости от уровня автоматизации подвижного состава. Рассмотрены классификации такого рода, принятые в Транспортной стратегии Российской Федерации для магистральных видов транспорта — наземных (железные дороги, автомобильные дороги), водных (морской и речной транспорт).

Применительно к железнодорожному транспорту РФ описана принятая в Предварительном национальном стандарте Российской Федерации совокупность основных понятий в отношении уровней автоматизации в системе управления железнодорожным подвижным составом в автоматическом и дистанционном режимах, предопределяющая, соответственно, требования к железнодорожной инфраструктуре — сооружениям и устройствам. Аналогичная ситуация имеет место и в предложенной Международной ассоциацией дорожных конгрессов классификационной системе для «умных» дорог.

Формулируется вывод о необходимости пересмотра нормативной документации по проектированию строительства (реконструкции) путей сообщения для включения в них расчетного уровня автоматизации.

Ключевые слова: автомобильная дорога; железная дорога; инфраструктура; категория проектирования; классификация автомобильных дорог; классификация железных дорог; локальная классификация дорог; Международная ассоциация дорожных конгрессов; национальный стандарт; региональная классификация дорог; реконструкция дорог; Российская Федерация; система управления; строительство дорог; транспортная стратегия; транспортное средство; «умная» дорога; универсальная классификация дорог; уровень автоматизации; цифровизация

Для цитирования: Космин В.В. Уровни автоматизации и нормы проектирования на транспорте // Техник транспорта: образование и практика. 2022. Т. 3. Вып. 4. С. 410–416. <https://doi.org/10.46684/2687-1033.2022.4.410-416>.

Original article

Levels of automation and design standards in transport

Vladimir V. Kosmin

Independent researcher; Moscow, Russian Federation; vvcosmin@mail.ru

ABSTRACT

The existing scheme of classification of transport routes (railways and roads) depending on the intensity of the traffic load — flows of vehicles and speeds of their movement — is shown. It is noted that there are no universal classifications of transport routes at the global level within the same transport mode. There are national, regional and network-based pathway classification systems. Due to the development of digital traffic management systems in transport, classifications of lines of transport depending on the level of automation of the rolling stock have started to appear. The classifications adopted in the Transport Strategy of the Russian Federation for the main modes of transport — land (railways, roads), water (maritime and river transport) — considered. Bearing in mind the railway transport of the Russian Federation, the set of basic concepts adopted in the Provisional National

© В.В. Космин, 2022

Standard of the Russian Federation given the levels of automation in the control system of railway rolling stock in automatic and remote modes, predetermining the requirements for railway infrastructure — structures and devices, respectively. A similar situation found in the classification system for smart roads proposed by the International Road Congress Association. A conclusion on the need to revise the normative documentation for the design of construction (reconstruction) of communication lines to include a calculated level of automation formulated.

Keywords: classification of highways; control system; design category; digitalization; highway; infrastructure; International Association of Road Congresses; level of automation; local classification of roads; national standard; railway classification; railway; regional classification of roads; road construction; road reconstruction; Russian Federation; “smart” road; transport strategy; universal classification of roads; vehicle

For citation: Kosmin V.V. Levels of automation and design standards in transport. *Transport technician: education and practice*. 2022;3(4):410-416. (In Russ.). <https://doi.org/10.46684/2687-1033.2022.4.410-416>.

ВВЕДЕНИЕ

Существующая практически на всех видах транспорта система нормативов для сооружений и устройств путей сообщения привязана к интенсивности и скорости движения на соответствующих участках транспортной сети и тем самым предопределяет нормативно-технические требования к их оснащению. Это в особенности относится к нормам проектирования, сформировавшимся в середине XX в. и действующим до сих пор, будь то железные¹ или автомобильные дороги², как к отечественным, так и к зарубежным [1, 2].

Вместе с тем универсальность указанных норм, сфера их обращения отнюдь не всеобъемлющие. Характеризуются они высокой степенью разнородности структуры и по видам транспорта, и по другим показателям.

На железнодорожном транспорте степень агрегированности постоянных устройств в отношении норм проектирования невысокая, и определяется она единством отдельных железнодорожных администраций в составе объединенных сетей, в первую очередь — в зависимости от ширины колеи, хотя технических систем перехода с одной колеи на другую немало.

Мировая практика классификации автомобильных дорог также отличается большим разнообразием и отсутствием единого нормативного документа. Имеющиеся классификации носят национальный и региональный характер. Известны в составе разнотипных документов классификации для

дорог Европейского сообщества³, для отдельных стран⁴ [3], для территорий в пределах конкретных стран. В связи с этим нередко возникает проблема сопоставления выделяемых категорий, поскольку назначенной категорией пути сообщения определяются его технические параметры и, соответственно, технико-экономические показатели. Этот вопрос привлекает внимание исследователей [4, 5].

В числе основополагающих показателей классификации норм проектирования в большинстве нормативно-методических документов до настоящего времени никак не отражен уровень автоматизации транспортных средств (ТС). Более того, он выступает как производное от интенсивности и скоростей движения, вытекая из заданных их расчетных величин.

Современное развитие информационно-компьютерных технологий выдвинуло на реальный, практический уровень в той или иной степени высокоавтоматизированные ТС, но в то же время потребовало и иного комплекса технических нормативов, предъявляемых к сооружениям и устройствам соответствующей путевой и сигнализационно-блокировочной инфраструктуры⁵ [6, 7]. Это относится ко всем видам транспорта — наземным, водным, воздушному, предопределяет определенные требования к транспортной инфраструктуре.

Представляет интерес ситуация в нормотворчестве ввиду повышающегося уровня автоматизации ТС и необходимости учета этого обстоятельства

¹ СП 119.13330.2017. Железные дороги колеи 1520 мм. Актуализированная редакция СНиП 32-01-95.

² ГОСТ Р 52399–2022. Дороги автомобильные общего пользования. Геометрические элементы. Технические требования. URL: https://allgosts.ru/93/080/gost_r_52399-2022.pdf; ГОСТ 33100. Дороги автомобильные общего пользования. Правила проектирования автомобильных дорог.

³ Европейское соглашение о международных автомагистралях (CMA). URL: <https://unece.org/fileadmin/DAM/trans/doc/2016/sc1/ECE-TRANS-SC1-2016-03-Rev1r.pdf>

⁴ Transportation Planning Capacity Building // U.S. Department of Transportation. Federal Highway Administration/Federal Transit Administration. URL: <https://www.planning.dot.gov/documents/briefingbook/bbook.htm>

⁵ Минцифры и Минтранс разработают стандарт для умных дорог в России. URL: <https://smeta-na.ru/novosti/mincifry-i-mintrans-razrabotajut-standart-dlya-umnyh-dorog-v-rossii/>



Рис. 1. Цифровая обстановка на автомобильной дороге [7]

при проектировании и строительстве (реконструкции) постоянных сооружений и устройств на транспорте. Указанная обстановка применительно к автодорожному движению показана на рис. 1 и свидетельствует о принципиальном отличии «умных» дорог от традиционных.

ОБЩЕТРАНСПОРТНАЯ КЛАССИФИКАЦИЯ ПУТЕЙ СООБЩЕНИЯ ПО УРОВНЯМ АВТОМАТИЗАЦИИ

В Транспортной стратегии Российской Федерации до 2030 года с прогнозом на период до 2035 года⁶ введены (Приложение № 10) базовые понятия об уровнях автономности ТС.

Уровни автономности железнодорожного транспорта определены так:

- GoA1 — управление поездом вручную, с участием человека, может быть дополнено системой помощи машинисту для оценки следования по расписанию и определения характера движения;
- GoA2 — команды управления тягой и торможения формируются автоматически, а команду начала движения инициирует машинист. Автоматическое выявление препятствий отсутствует — машинист в нестандартных для системы управления и в чрезвычайных ситуациях (ЧС) принимает управление на себя;
- GoA3 — управление поездом, в том числе выявление препятствий, автоматическое. Машинист не предусмотрен, в ЧС управление принимает на себя помощник машиниста;
- GoA4 — предусмотрена полная автоматизация всех функций управления подвижным составом. Люди в кабине машиниста отсутствуют.

Для автомобильного транспорта установлены следующие уровни автономности и соответствующие уровни автоматизации управления:

- 0 — водитель осуществляет управление автомобилем в полном объеме. Различные компьютер-

ные ассистирующие системы предупреждают об опасных ситуациях и предоставляют кратковременную помощь (это могут быть, например, антиблокировочные системы, системы помощи при экстренном торможении, круиз-контроль и т.п.);

- 1 — руление, торможение и разгон выполняются автомобилем в автоматическом режиме, но происходит это по каждой операции отдельно и в конкретных ограниченных случаях;
- 2 — действует усовершенствованная система помощи водителю (режим автопилота), выполняющая самостоятельно разгоны, торможения, руление и допускающая кратковременное отсутствие рук водителя на руле при определенных обстоятельствах. Водитель может в любой момент времени включить или выключить автопилот и взять на себя управление рулением, скоростью движения, в том числе торможением автомобиля;
- 3 — возможно движение автомобиля практически без контроля водителя, особенно на дорогах с «предсказуемым» движением (например, автомагистрали), но человек должен быть готов в любой момент взять управление на себя, поскольку в некоторых нестандартных ситуациях реакция автомобиля на дорожную ситуацию может быть некорректной и привести к возникновению аварийной ситуации;
- 4 — предусматривается полностью беспилотное управление по заранее детализированным 3D-картам ситуаций. В случае потери ориентации автомобиль паркуется на обочине и восстанавливает локационные функции. Вмешательство человека требуется только при потере навигации;
- 5 — полностью автономное вождение, предусматривающее только приведение автомобиля в активное состояние и задание координат пункта назначения. Дальнейшее вмешательство человека не требуется.

Для водного (речного и морского) транспорта определены следующие уровни автономности (AL — autonomous level):

- AL 0 — автоматизация отсутствует, все процессы выполняются с участием человека;
- AL 1 — все управляющие действия выполняет человек с привлечением при необходимости ассистирующих систем для принятия решений на основе анализа загружаемых данных;
- AL 2 — все действия выполняет человек с участием ассистирующих систем принятия решений, анализирующих данные, поступающие с

⁶ Распоряжение Правительства РФ от 27.11.2021 № 3363-р «О Транспортной стратегии Российской Федерации до 2030 года с прогнозом на период до 2035 года». URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_402052/

борта или из внешнего источника информации на суше;

- AL 3 — все решения принимаются и все действия предпринимаются по алгоритмам анализа данных, поступающих как с борта судна, так и с суши, и контролируются человеком как на уровне принятия решений, так и на уровне функционирования алгоритмов;
- AL 4 — решения и действия осуществляются автономно под контролем человека. Особо важные решения реализуются так, чтобы у человека-оператора была возможность в ЧС изменить каждое решение;
- AL 5 — решения полностью принимаются системой под редким контролем человека;
- AL 6 — все решения полностью принимаются и реализуются системой.

В Транспортной стратегии РФ предусматривается возможность корректировки и уточнений в принимаемых отраслевых (по видам транспорта) классификациях такого рода по мере развития и осуществления программ цифровизации.

КЛАССИФИКАЦИЯ ЖЕЛЕЗНЫХ ДОРОГ ПО УРОВНЯМ АВТОМАТИЗАЦИИ

На железнодорожном транспорте в России реализуется масштабная программа цифровой трансформации, в рамках которой в числе ряда цифровых платформ предполагаются и связанные с линейной инфраструктурой (строительство и реконструкция, диагностика, текущее содержание и ремонт), и управление перевозками. Ведется планомерная работа нормативного характера. В частности, ключевыми проектами в составе цифровой платформы РЖД «Оператор линейной инфраструктуры» определены цифровое проектирование в строительстве и эксплуатации, автоматизированная диагностика объектов инфраструктуры и обслуживание по фактическому состоянию. Это потребует применения цифровых моделей при строительстве и эксплуатации, возможности быстрого внесения изменений в проекты и т.д. Произойдут изменения и в нормативной базе, в частности, в отношении классификации проектируемых и переустраиваемых железных дорог по категориям соответствующих норм. Начало этому уже положено — выпущен Предварительный национальный стандарт Российской Федерации «Системы управления железнодорожным подвижным составом в автоматическом и дистанционном режимах. Термины и определения» (ПНСТ 629-2021), регламентирующий, в том числе, уровень автоматизации железнодорожного подвижного состава (УА ЖД ПС), основополагающий для нормирования постоянных устройств и сооружений.

По уровню автоматизации управления железнодорожного ПС автоматизированные системы управления (АСУ) делятся на уровни:

- УА 0 — автоматизации нет, управление осуществляет машинист (локомотивная бригада) в ручном (неавтоматизированном) режиме, без задействования средств автоматизации.
- УА 1 предусматривает частичную автоматизацию управления тягой и торможением в соответствии с путевыми и локомотивными сигналами. Управляет движением находящийся в кабине ЖД ПС машинист (локомотивная бригада) с помощью микропроцессорной системы управления. Машинист (локомотивная бригада) отслеживает свободу железнодорожного пути, показания сигналов и останавливает ЖД ПС в случае возникновения опасной ситуации.

Оперативный персонал управляет безопасной остановкой — отправлением ЖД ПС на отдельном пункте, открытием-закрытием дверей (на моторвагонном подвижном составе).

На этом уровне автоматизации управления ЖД ПС установленная на нем микропроцессорная система управления реализует обязательные функции, связанные с автоматизацией задач диспетчерского управления, в том числе обеспечение безопасного маршрута следования, рационального и безопасного интервального регулирования, контроль поддержания машинистом (локомотивной бригадой) безопасной скорости (не выше допустимой скорости движения).

- УА 2 — это условная автоматизация управления, при которой к системам по УА 1 подключаются системы автоведения и точного позиционирования. При УА 2 управление ЖД ПС может вести машинист в одиночку (или локомотивная бригада), находясь в кабине ЖД ПС. При этом машинист или локомотивная бригада отслеживает свободу железнодорожного пути для движения и принимает меры по остановке ЖД ПС в случае возникновения или угрозы возникновения опасной ситуации. Управление тягой и торможением ведется системой автоматически, контроль за скоростью движения — также системой автоматически в непрерывном режиме.

Обеспечение безопасного прибытия-отправления ЖД ПС по отдельному пункту входит в функции оперативного персонала, при этом открытие и закрытие дверей моторвагонного подвижного состава (МВПС) возможно в автоматическом режиме под управлением системы.

При этом УА управления ЖД ПС установленная на нем микропроцессорная система управления выполняет обязательные функции, связанные с автоматизацией задач диспетчерского управления, в том числе построение и обеспечение безопасного маршрута следования ПС, эффективное и безопа-

сное интервальное регулирование, движение с безопасными скоростями, реализация обязательных функций по управлению движением ЖД ПС — его тягой и торможением. Возможен также автоматический сбор данных о работе ЖД ПС с передачей их машинисту (локомотивной бригаде).

- УА 3 предусматривает автоматический режим управления ЖД ПС с помощью автоматизированной системы управления и с присутствием оперативного персонала на борту ЖД ПС. При этом УА по сравнению с УА 2 машинист (локомотивная бригада) в кабине отсутствует, соответственно, визуальное наблюдение за свободностью железнодорожного пути не ведется. В итоге в случае наступления опасной ситуации возможность остановить ЖД ПС отсутствует.

Закрытие дверей при отправлении МВПС от отдельного пункта может выполняться автоматически или оперативным персоналом железной дороги.

При этом достаточно высоком уровне автоматизации управления ЖД ПС микропроцессорная система управления, установленная на нем, призвана обеспечить выполнение связанных с автоматизацией задач диспетчерского управления обязательных функций, таких как приготовление безопасного маршрута, обеспечение эффективного и безопасного интервального регулирования, поддержание безопасной скорости движения, управление тягой и торможением в процессе ведения поезда, а также сбор данных о работе ЖД ПС, отслеживание свободности железнодорожного пути, показаний сигналов светофоров, состояния сигнальных знаков и других сигналов.

- УА 4 реализует полную автоматизацию управления ЖД ПС, осуществляемую автоматизированной системой управления в автоматическом режиме, в отсутствие оперативного персонала в кабине машиниста. Безопасность прибытия-отправления ЖД ПС по отдельному пункту, в том числе открытие-закрытие дверей МВПС, обеспечивается автоматической системой управления.

Установленная на ЖД ПС микропроцессорная система управления обеспечивает выявление возникающих (возникших) опасных и чрезвычайных ситуаций и предпринимает необходимые действия, включая организацию эвакуации пассажиров. В случае возникновения некоторых опасных или чрезвычайных ситуаций, таких как сход ЖД ПС с рельсов, выявление дыма или огня, для ликвидации последствий привлекается оперативный персонал.

Взаимосвязь УА и режимов управления ЖД ПС показана на рис. 2.

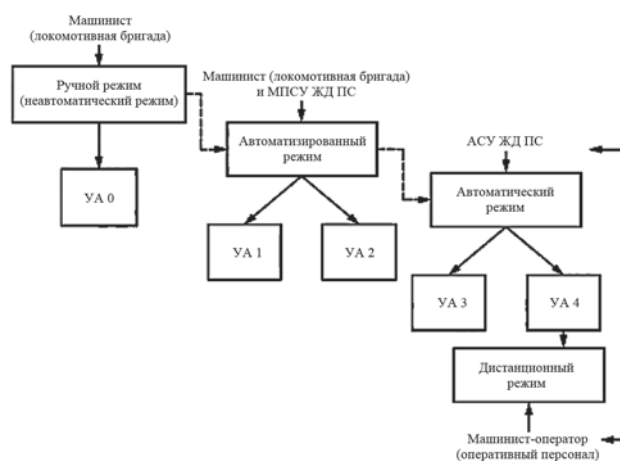


Рис. 2. Структурная схема взаимосвязей режимов управления железнодорожным подвижным составом и уровней автоматизации

Указанные УА должны войти в число основополагающих параметров при нормировании технических показателей новых и/или реконструируемых железнодорожных линий (участков) и подлежат учету при соответствующем пересмотре нормативных документов.

КЛАССИФИКАЦИЯ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ ПО УРОВНЯМ АВТОМАТИЗАЦИИ

Технический прогресс в автомобилестроении и в дорожной отрасли в целом, отмечаемый в последнее время, в том числе в связи с цифровизацией и внедрением Интернета вещей, привел к необходимости пересмотра классификации автомобильных дорог, пополнения ее группой «умных» дорог (smart roads). Есть информация⁷, что в РФ профильные ведомства готовят стандарт для устройства на территории России автодорог, адаптированных для применения инновационных технологий. Сообщается, что для беспилотного транспорта требуется соответствующая инфраструктура. Необходимо выработать стандарты, по которым будут прокладываться новые дороги, изначально приспособленные к введению цифровых технологий.

В федеральной программе «Цифровая экономика Российской Федерации» предусмотрена трансформация российских городов в smart city, в связи с чем разработаны и утверждены все принципы создания систем ИТС (интеллектуальная транспортная система) в городах. В результате повысится средняя скорость движения ТС, сократится время задержек в пути, меньше станет площадь зоны повышенного износа дорожного полотна, уменьшат-

⁷ URL: <https://tbn-tv.com/umnye-dorogi-v-rossii/>

ся объемы вредных выбросов от автотранспорта, сократится число дорожно-транспортных происшествий (ДТП), снизится расход топлива [8].

На международном уровне задачу классификации автомобильных дорог в условиях цифровизации взяла на себя Международная ассоциация дорожных конгрессов (Permanent International Association of Road Congresses — PIARC), разработавшая классификацию «умных» дорог (smart roads classification) [9].

Современные высокоавтоматизированные автотранспортные средства (ВАТС) состоят из разнообразных усовершенствованных систем содействия управлению автомобилем (ADAS), различающихся способом оказания такой помощи.

Исходя из соответствующих возможностей ВАТС, Обществом автомобильных инженеров (SAE) они сгруппированы по шести уровням (уровни SAE):

- 0 SAE относится к автомобилям, управляемым человеком (автоматизация отсутствует);
- 1 SAE характеризуется наличием системы автоматизации вождения, позволяющей контролировать продольное или поперечное положение автомобиля;
- 2 SAE имеет систему управления, позволяющую контролировать одновременно продольное и поперечное положение автомобиля. При этом система только помогает, но не заменяет человека. Более того, эти системы работают отнюдь не безошибочно, могут внезапно отключаться, передавая управление водителю, что требует от него особой внимательности на дороге;
- 3 SAE предоставляет возможность контролировать еще больше ситуаций и предотвращать отключения. Автомобили с этим УА способны прогнозировать такие ситуации отключения и заблаговременно запрашивать вмешательство водителя;
- 4 SAE предполагает полную автономность автомобиля в конкретных масштабах, соответствующих определенным характеристикам, представляющим собой оперативный домен проектирования (Operational Design Domain) и не предполагающим вмешательство человека в соответствующих областях функционирования;
- 5 SAE ожидается в отдаленном будущем и предполагает полную автономность автомобилей независимо от параметров области движения.

В настоящее время уровень проникновения на рынок автомобилей уровня 2 SAE растет, и появляются первые автомобили уровня 3 SAE.

В дополнение к развитию ВАТС также наблюдается рост использования возможностей подключения и обмена информацией для дальнейшего повышения эффективности и безопасности дорожного движения. Соединение всех элементов (тран-

спортных средств, участников дорожного движения, инфраструктуры, трафика, погодных данных и т.д.) приведет к улучшению информированности о дорожных условиях и о событиях по всей дорожной сети, что поможет улучшить транспортный поток, снизить аварийность на дорогах и минимизировать вредные выбросы от ТС. В настоящее время разрабатывается цифровая инфраструктура, предоставляющая такую информацию, а также способы ее доставки пользователям.

Учитывая разнообразие дорожных объектов и возможностей их автоматизации, исследователями подчеркивается необходимость изучения классификации «умных» дорог, т.е. оборудованных устройствами контроля и наблюдения — телекамерами, телефонами аварийного вызова, устройствами для учета и опознавания транспортных средств (Smart Roads Classification — SRC), снабжающих ВАТС и пользователей информацией о том, чего можно ожидать от различных дорожных объектов. Эта информация варьируется от участков дорог, которые не поддерживают автоматизацию, до участков дорог, которые даже смогут взять под контроль тысячи автомобилей одновременно для оптимизации безопасности и производительности совместными усилиями.

В предложенной PIARC классификации дорожных участков предусмотрено пять уровней допускаемой автоматизации управления движением автотранспорта:

- дорожные сегменты Humanway (HU) — движение ВАТС они не поддерживают. Водителям не рекомендуется включать в пределах таких сегментов (участков) установленные на своих автомобилях системы автоматизированного управления;
- дорожные сегменты Assistedway (AS) — поддерживается частичная автоматизация управления движением автомобилей, при этом возможное число отключений значительно меньше, чем на участках дорог HU;
- сегменты дорог с автоматизированным движением Automatedway (AT) обладают физическими характеристиками, схожими с участками дорог AS, но у них также есть возможности пропуска ВАТС;
- полностью автоматизированная дорога Full Automatedway (FA) имеет участки, обеспечивающие пропуск автомобилей уровня автоматизации 4 SAE и хорошие возможности высокоавтоматизированного управления;
- автономная дорога Autonomousway (AU) имеет участки, обеспечивающие неограниченный пропуск ТС уровня 4 SAE и исключительные возможности их взаимодействия. Допускается движение только автомобилей уровней автоматизации 4 SAE и 5 SAE.

Отнесение конкретного участка дороги к тому или иному классу по описанной классификации «умных» дорог не остается неизменным с течением времени ввиду появления на нем новых ВАТС с повышенными параметрами автоматизации и соответствующей степени готовности постоянных сооружений и устройств в составе инфраструктуры. В связи с этим возможно несколько сценариев движения по тому или иному участку в зависимости от совокупности движущихся по нему ВАТС и от параметров физической и цифровой инфраструктуры.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Общая оценка ситуации, связанной с классификацией «умных» дорог в процессе цифровизации транспорта (независимо от его видов), указывает на необходимость тщательной и глубокой их дифференциации по уровням автоматизации и на неизбежность учета принятого уровня в качестве расчетного в процессе очередного пересмотра нормативной документации по проектированию строительства (реконструкции) путей сообщения наряду с другими основополагающими расчетными показателями (параметрами).

ЛИТЕРАТУРА

1. Верцман Г.З., Космин В.В., Петров М.А. Нормы проектирования железных дорог в СССР и зарубежных странах // Труды ЦНИИС. 1967. № 63. С. 5–30.
2. Paraphantakul C. Review of Worldwide Road Classification Systems // National Transportation Conference. 2014. Vol. 9. DOI: 10.13140/RG.2.1.4579.7843
3. Путь и путевое хозяйство железных дорог США: справочник / перевод с англ. В.В. Космина и др.; под ред. С.И. Финицкого, И.А. Недорезова. М.: Транспорт, 1987. 215 с.
4. Asian highway classification and design standards // ESCAP. URL: https://www.unescap.org/sites/default/files/pub_2173_ah_annexes.pdf
5. Main Roads Western Australia, Road hierarchy for Western Australia. 2011.

6. Умные» дороги и беспилотники — реальность, а не далекое будущее // Аэкономика. Аналитика и экономика. 04.10.2022. URL: <https://aeconomy.ru/news/economy/umnye-dorogi-i-bespilotniki-realnost-a-ne-dalekoe-budushhee.html>
7. Quels changements l'évolution des transports A-t-elle produit sur la vie des hommes? // agtaxitransports.fr. URL: <https://agtaxitransports.fr/quels-changements-levolution-des-transports-a-t-elle-produit-sur-la-vie-des-hommes>
8. Что такое «умные» дороги и как будет выглядеть цифровой транспорт // РБК. Тренды. 30.09.2020. URL: <https://trends.rbc.ru/trends/industry/5ef0c7849a7947bad518dfb5>
9. Smart Roads Classification // PIARC. URL: <https://www.piarc.org/en/order-library/36443-en-Smart%20Roads%20Classification>

REFERENCES

1. Vertsman G.Z., Kosmin V.V., Petrov M.A. Norms for the design of railways in the USSR and foreign countries. *Proceedings of the Central Research Institute of Communications*. 1967;63:5-30. (In Russ.).
2. Paraphantakul C. Review of Worldwide Road Classification Systems. *National Transportation Conference*. 2014;9. DOI: 10.13140/RG.2.1.4579.7843
3. *Way and track facilities of the US railways: a reference book* / Translated from English by V.V. Kosmin and others; Ed. S.I. Finitsky, I.A. Nedorezov. Moscow, Transport, 1987;215. (In Russ.).
4. Asian highway classification and design standards. ESCAP. URL: https://www.unescap.org/sites/default/files/pub_2173_ah_annexes.pdf
5. Main Roads Western Australia, Road hierarchy for Western Australia. 2011.

6. Smart roads and drones are a reality, not a distant future. *Economics. Analytics and economics*. 04.10.2022. URL: <https://aeconomy.ru/news/economy/umnye-dorogi-i-bespilotniki-realnost-a-ne-dalekoe-budushhee.html>
7. Quels changements l'évolution des transports A-t-elle produit sur la vie des hommes? *agtaxitransports.fr*. URL: <https://agtaxitransports.fr/quels-changements-levolution-des-transports-a-t-elle-produit-sur-la-vie-des-hommes>
8. What are smart roads and what will digital transport look like. *RBC. Trends*. 09/30/2020. URL: <https://trends.rbc.ru/trends/industry/5ef0c7849a7947bad518dfb5>
9. Smart Roads Classification. *PIARC*. URL: <https://www.piarc.org/en/order-library/36443-en-Smart%20Roads%20Classification>

Об авторе

Владимир Витальевич Космин — кандидат технических наук, академик Российской академии транспорта; **независимый исследователь**; г. Москва, Российская Федерация; vvcosmin@mail.ru.

Bionotes

Vladimir V. Kosmin — Ph.D. (Eng.), Member of the Russian Academy of Transport; **independent researcher**; Moscow, Russian Federation; vvcosmin@mail.ru.

Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.
The author declares no conflicts of interests.

Статья поступила в редакцию 10.04.2022; одобрена после рецензирования 11.06.2022; принята к публикации 30.10.2022.
The article was submitted 10.04.2022; approved after reviewing 11.06.2022; accepted for publication 30.10.2022.