

ТРАНСПОРТ
НАУКА, ТЕХНИКА, УПРАВЛЕНИЕ
НАУЧНЫЙ ИНФОРМАЦИОННЫЙ СБОРНИК
TRANSPORT
SCIENCE, EQUIPMENT, MANAGEMENT
SCIENTIFIC INFORMATION COLLECTION

Издается с 1990 г.

№ 9

Москва 2020

Научный информационный сборник «ТРАНСПОРТ: наука, техника, управление» включен в новый ПЕРЕЧЕНЬ рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени кандидатов наук, на соискание ученой степени докторов наук (Перечень ВАК). Действует с 28.12.2018 г.

СОДЕРЖАНИЕ

Вакуленко С.П., Роменский Д.Ю., Колин А.В. Тактовые графики движения поездов на участках с интенсивным пассажирским движением на примере Московского железнодорожного узла	3
Куренков П.В., Володин А.Б., Астафьев А.В., Мухамадшоев Ф.К., Солоп И.А. Анализ подходов к определению пропускных способностей объектов транспортной инфраструктуры	8
Каргина Л.А., Корненков А. А. Основные тенденции в цифровой экономике транспортной отрасли	14
Незевак В. Л. Сравнение вариантов применения накопителей электроэнергии в системе тягового электроснабжения и на электроподвижном составе	17
Бобрин П.П. Независимая транзитная железнодорожная компания	24
Васюкова Е.А., Винокурова Т.А., Давыдов Д.О., Соколова Н.А. Подходы к освидетельствованию по теплотехническим параметрам эксплуатируемых изотермических вагонов и контейнеров, принадлежащих российским операторам	29
Туранов Х.Т., Гордиенко А.А., Саидвалиев Ш. У., Джаббаров Ш.Б. О неточности формулы воздушного сопротивления при движении вагона по профилю сортировочной горки	34
Булгаков С.П. О правилах плавания по внутренним водным путям РФ – история, современность, выводы и предложения	40
Рагимов Э.А. Водородные транспортные средства в городских транспортных системах	47
Кравченко А.Е. Нормативное совершенствование транспортного обслуживания населения в городах	51
Брагинский С.А., Фаддеева Е.Ю., Кузьмичева Е.О., Ивахненко А.А. Система качества в транспортной сети мегаполиса	56
Ильина И.Е. Выявление и оценка влияния человеческого фактора в возникновении дорожно-транспортного происшествия	59
Ющенко В.В. Пространственная транспортная теория как фактор устойчивого развития регионов в Российской Федерации	62
Раткин Л.С. Квантовые стеганографические телекоммуникационные комплексы с технологией распределенных скрытых реестров для единой системы мониторинга движения транспортных средств	64
Информация для авторов	67

CONTENTS

Vakulenko S.P., Romenskiy D.Y., Kolin A.V. Cycle train schedules on sections with heavy passenger traffic on the example of the Moscow railway junction.....	3
Kurenkov P.V., Volodin A.B., Astafiev A.V., Mukhamadshoev F.K., Solop I.A. Analysis of approaches to determining the throughput capacities of transport infrastructure facilities.....	8
Kargina L.A., Kornenkov A.A. Basic trends in the digital economy of the transport industry	14
Nezevak W.L. Comparison of application options for electric power storage devices in the traction power supply system and on electric rolling stock	17
Bobrik P.P. Independent Transit Railway Company	24
Vasyukova E.A., Vinokurova T.A., Davydov D.O., Sokolova N.A. Approaches to inspection of operated insulated wagons and containers owned by Russian operators by thermal properties	29
Turanov Kh.T., Gordienko A.A., Saidivaliev Sh.U., Djabbarov Sh.B. About inaccuracy of the formula of air resistance at movement of the car on a profile of the marshalling hump	34
Bulgakov S.P. About Swimming Rules on the inland waterways of the Russian Federation - history, current status, conclusions and suggestions	40
Ragimov E.A. Hydrogen vehicles in urban transport systems	47
Kravchenko A.E. Regulatory improvement of public transport services in cities.....	51
Braginsky S.A., Faddeeva E.Y., Kuzmicheva E.O., Ivakhnenko A.A. Quality system in the transport network of the metropolis	56
Ilina I.E. Identification and assessment of the influence of the human factor in the occurrence of a road accident.....	59
Yushchenko V.V. Spatial transport theory as a factor of sustainable development of the regions if the Russian Federation.....	62
Rathkeen L.S. Quantum steganographic telecommunication complexes with the technology of distributed hidden registries for unified system of monitoring for moving of transport vehicles	64
Information for autors.....	67

АНАЛИЗ ПУБЛИКАЦИОННОЙ АКТИВНОСТИ СБОРНИКА

(по состоянию на 20.01.2020 г.)

Наукометрический показатель	Значение
Двухлетний импакт-фактор в РИНЦ	0,635
Двухлетний импакт-фактор с учетом цитирования из всех источников	0,901
Пятилетний импакт-фактор в РИНЦ	0,277
Число статей за год в РИНЦ	143

Сборник занимает 42-е место в рейтинге SCIENCE INDEX по тематике «Транспорт».

**ТАКТОВЫЕ ГРАФИКИ ДВИЖЕНИЯ ПОЕЗДОВ НА УЧАСТКАХ
С ИНТЕНСИВНЫМ ПАССАЖИРСКИМ ДВИЖЕНИЕМ
НА ПРИМЕРЕ МОСКОВСКОГО ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО УЗЛА**

Кандидат техн. наук, профессор **Вакуленко С.П.**,
старший преподаватель **Роменский Д.Ю.**,
Начальник научно-образовательного центра **Коллин А.В.**
(Российского университета транспорта. РУТ - МИИТ)

**CYCLE TRAIN SCHEDULES ON SECTIONS WITH HEAVY
PASSENGER TRAFFIC ON THE EXAMPLE
OF THE MOSCOW RAILWAY JUNCTION**

Ph.D. (Tech.), Professor **Vakulenko S.P.**,
Senior lecturer **Romenskiy D.Y.**,
Head of the Scientific and Educational Center **Kolin A.V.**
(Russian University of transport. MIIT)

График движения поездов, такт, пригородные перевозки, пассажирский транспорт, график оборота составов электропоездов.

Train traffic schedule, cycle, suburban transportation, passenger transport, turnover schedule of electric train.

В статье рассмотрены актуальные подходы к организации пропуска поездов на линиях с интенсивным пассажирским движением. Раскрыт исторический аспект развития пригородных и пригородно-городских перевозок, проанализированы проблемы, возникающие при необходимости совмещения на одной инфраструктуре скоростных, дальних и пригородных пассажирских, а также грузовых перевозок. Сформированы принципы составления тактовых графиков движения поездов.

The article discusses current approaches to the organization of passing trains on lines with heavy passenger traffic. The historical aspect of the development of suburban and suburban-urban transport is revealed, and the problems that arise when it is necessary to combine high-speed, long-distance and suburban passenger, as well as freight transport on the same infrastructure are analyzed.

Существующая схема организации движения пригородных электропоездов в крупных железнодорожных узлах начала формироваться в 1930-1940-х годах прошлого столетия вместе с массовой электрификацией железнодорожных пригородных участков и принципиально не изменялась в течение последних 30 лет. На примере Московского железнодорожного узла (МЖУ) можно проследить изменение роли пригородных перевозок с течением времени. Так, в 1990-е и 2000-е годы несколько изменилась главная задача пригородных перевозок в целом. Если в 1980-1990-е годы пригородные электропоезда, помимо связи с Москвой, ещё активно использовались для проезда между городами Московской области в будние дни и для массового выезда дачников в выходные дни, то в настоящее время обслуживание пассажиропотока трудовой миграции в Москву стало главной и доминирующей задачей пригородных железнодорожных перевозок. Массовый выезд дачников железнодорожным транспортом в выходные дни кардинально сократился из-за повышения уровня автомобилизации населения. Необходимо отметить также низкую востребованность маршрутов пригородных поездов, заканчивающихся в пределах Москвы, которые когда-то заканчивались в пригородной зоне, но по мере разрастания Москвы стали дублироваться другими видами транспорта.

**Формирование требований к организации
движения поездов**

Ранее, во времена МПС СССР, МПС РФ в МЖУ применялся принцип компромиссного пропуска поездов различных категорий, при котором главной задачей узла была организация пропуска поездов всех категорий, в том числе значительных транзитных грузопотоков через Московскую кольцевую железную дорогу (МКЖД). В последние два десятилетия стали изменяться подходы к построению приоритета пропуска поездов. В условиях сохранявшегося дефицита пропускной способности появились ускоренные пригородные и скоростные пассажирские поезда, которые создали конфликт интересов различных хозяйствующих субъектов в условиях непроработанности нормативных документов. Новые ускоренные поезда вводились в график без должного обоснования в ущерб другим видам движения. Введение каждого такого поезда приводит к отмене нескольких обычных пригородных или грузовых поездов, или к их длительным простоям под обгоном.

Период 2000-2010 гг. ознаменовался многими ключевыми техническими изменениями, к которым можно отнести:

- введение в обращение скоростных пассажирских поездов «Сапсан», «Стриж», «Ласточка» и др.;

- общее сокращение размеров движения пассажирских поездов при одновременном их ускорении;
- введение в обращение электропоездов - экспрессов («Аэроэкспресс») до Московских аэропортов Домодедово, Шереметьево и Внуково;
- строительство дополнительных главных путей на головных участках Ленинградского и Горьковского радиальных направлений.

Сегодня работа пригородного комплекса МЖУ все чаще сталкивается с ужесточением требований к безопасности и надёжности графика движения поездов. Если в 1980-е годы на большинстве направлений МЖУ обращалось в среднем на 10-30% больше пригородных электропоездов при регулярных сбоях в расписаниях, то в настоящее время сделан упор на надёжность выполнения графика и безопасность движения. Ограничительные меры, связанные с повышением уровня безопасности движения, способствовали снижению пропускной способности. Это особенно заметно в часы «пик». В Московском метрополитене минимальный межпоездной интервал в период с 1980-ых по 1990-ые годы сократился со 100 до 90 сек, а в МЖУ он увеличился с 4 мин до 5-6 (кроме Савёловского направления, где он сократился с 6 до 5 мин).

Проведённый анализ работы пригородного комплекса Москвы позволил сделать вывод, что перечень основных принципов и целевых параметров организации движения электропоездов должен состоять из следующих составляющих [1,2]:

- минимизация маршрутов электропоездов в пригородно-городской зоне;
- выбор интервала между поездами в часы «пик» как наименьшей из величин: комфортный интервал ожидания пассажиров или интервал, обеспечивающий требуемую провозную способность;
- совпадение продолжительности пиковых периодов в утренние и вечерние часы рабочих дней по головным пассажирским станциям участков с пиковыми периодами работы скоростного городского пассажирского транспорта (метрополитенов, скоростного трамвая, легкорельсового транспорта и так далее);
- систематизация режима остановок пригородных и пригородно-городских электропоездов исходя из пассажиропотоков и времени нахождения в пути;
- стабильность расписания электропоездов в течение суток, отсутствие продолжительных перерывов между проследованием пригородно-городских электропоездов;
- отказ от дневного технологического перерыва на головных участках пригородных направлений в границах обращения пригородно-городских электропоездов и перенос его на ночное время суток;
- интенсификация движения электропоездов по существующим диаметральным маршрутам при их наличии.

Тактовые графики движения поездов

Обозначенные принципы подразумевают широкое применение принципов тактовых графиков движения [3,4]. Принцип тактовости расписания движения подразумевает, во-первых, равные интервалы движения для поездов различных назначений (отдельно - в часы «пик», отдельно – во внепиковый период), во-вторых, строго выдержанную повторяемость последовательности пропуска поездов различных назначений. Обычно в расписаниях движения продолжительность повторяющегося цикла принимается равной 1 ч, однако она мо-

жет быть и больше. Например, тактовым является расписание, когда в 00, 10, 20, 30, 40, 50 мин каждого часа отправляются поезда до станции Железнодорожная, в 05 и 35 мин – до станции Фрязево, в 15 и 45 мин - до станции Балашиха, в 25 мин - до станции Электрогорск, в 55 мин - до станции Купавна.

Сам такт расписания пригородных электропоездов разрабатывается по принципам классического зонного графика [5,6,7]. Для каждого направления разрабатывается такт пикового периода и такт непикового периода. На направлениях с тактовыми расписаниями поездов других категорий (пригородных экспрессов, скоростных поездов и др) выстраивается общий сводный такт, включающий в себя поезда всех категорий.

При этом необходимо руководствоваться принципом равного интервала - последовательность прокладки «ниток» графика пригородных поездов различных маршрутов и режим их остановок должны подбираться таким образом, чтобы интервалы на каждой станции или остановочном пункте были максимально возможно одинаковыми.

Работа головных пригородных железнодорожных участков, где предполагается обращение пригородно-городских поездов в режиме «второго метро» предполагается по принципам городского пассажирского сервиса. За пределами зоны обращения пригородно-городских электропоездов величина межпоездных интервалов обосновывается фактическими величинами густот пассажиропотоков на пригородных участках.

В непиковые периоды суток величина интервалов между электропоездами принимается так, чтобы обеспечить комфортное время ожидания, в то время как необходимость пропуска максимального числа поездов отпадает.

Организация пропуска поездов других категорий на линиях с интенсивным пригородным движением

В настоящее время на головных участках крупных железнодорожных узлов в агломерациях помимо пригородных поездов курсируют пассажирские и грузовые поезда. Они существенно отличаются от пригородных своими характеристиками (длиной, весом, величиной тормозного пути, скоростью движения). Совмещение движения этих поездов связано с недостатком пропускной способности линий [8].

При наличии двух и более пар главных путей целесообразно производить полное разделение по видам движения: одну пару путей использовать для пропуска ближнепригородных поездов в режиме «со всеми остановками», вторую и последующие – для поездов всех остальных категорий.

Среди различных категорий поездов (грузовые, пассажирские, скоростные пассажирские, ускоренные пригородные), вопреки установившемуся мнению, наименее конфликтны по отношению к пригородным и пригородно-городским поездам именно грузовые, для пропуска которых, как правило, требуется двойной интервал. Пассажирские поезда дальнего следования также не оказывают серьёзного влияния на качество графика пригородных поездов, поскольку их прибытие в крупные города приходится, в основном, на утренний непиковый период (до 6.30 и после 9.30), а отправление на поздневечерний период (после 21.00), когда интенсивность движения пригородных поездов значительно снижается.

Наиболее уязвимы и конфликтны по отношению к расписанию движения пригородных поездов скоростные пассажирские поезда и пригородные экспрессы (главным образом аэроэкспрессы), поскольку их «нити» прокладываются, в том числе, и в часы «пик». В этой связи вплоть до сооружения дополнительных главных путей в целях форсирования пропускной способности, следует рекомендовать непопулярные, но необходимые мероприятия:

- скоростные поезда затягивать по времени в пределах головных участков до времени хода пригородных поездов, следующих в режиме остановок «по всем пунктам»; сокращать станционные интервалы до величины межпоездного интервала. (В настоящее время, согласно действующим инструкциям скоростному поезду готовится маршрут за 10 мин вне зависимости от того, с какой скоростью он следует по перегону);

- трансформировать аэроэкспрессы в ближнепригородные поезда, следующие в режиме остановок «по всем пунктам».

Следует заметить, что указанные мероприятия приведут к увеличению времени хода скоростных поездов и электропоездов, следующих в аэропорт, на малозначительную величину – от 10 до 15 мин.

Повышение приоритетности движения пригородных пассажирских поездов по сравнению с другими пассажирскими поездами

Более высокий приоритет пропуска пассажирских поездов дальнего следования над поездами пригородного сообщения (Приложение 6 п.5 Правил технической эксплуатации железных дорог РФ) создает на головных пригородных участках крупных железнодорожных узлов значительные проблемы рационализации общей схемы движения. При построении графика движения поездов на направлениях, инженеры-графисты руководствуются теми же принципами прокладки поездов, что и на остальных участках сети ОАО «РЖД», где движение пригородных электропоездов менее интенсивное. Для пропуска пассажирского или скоростного поезда с установленной для них скоростью, пригородные электропоезда ставятся под обгон, переносятся на менее востребованное время или отменяются. Безусловность такой схемы пропуска приводит к тому, что в «пиковые» периоды образуются 30-40- минутные перерывы между пригородными электропоездами, что не обеспечивает высокого качества транспортного обслуживания.

В результате неравномерного движения пригородных поездов по отдельным остановочным пунктам с низким пассажиропотоком образуются перерывы до 60-80 мин, привлекательность пригородных поездов на них уменьшается до минимального уровня, что приводит к перераспределению рынка перевозок в пользу метрополитена, автобусов или личного автотранспорта.

На рисунке 1 представлен пример плотного непараллельного графика. В таком графике движения поезда разделены минимальным межпоездным интервалом – интервалом автоблокировки. Высокий приоритет пропуска пассажирских поездов перед пригородными, а также более высокая установленная ходовая скорость приводят к «съему» дополнительных ниток в графике пригородного движения и существенно снижает эффективность пропускной способности.

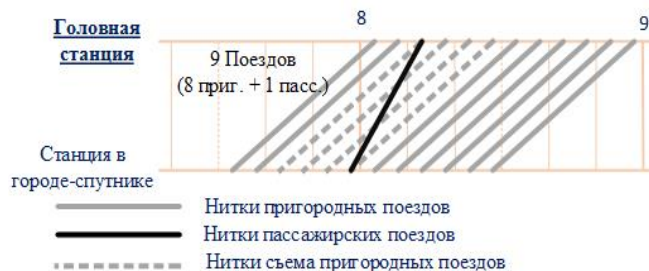


Рис. 1. Пример плотного непараллельного графика движения поезда

В настоящее время утраченную пропускную способность в связи с высоким воздействием «съема» имеют графики головных пригородных участков Московского железнодорожного узла на Курском, Горьковском, Белорусском, Ленинградском, Киевском направлениях. На участках протяженностью до 25 км разница времен хода пригородного и пассажирского поезда может составлять до 15 мин, до 45 км – до 30 мин. Интервал между пригородными поездами при пропуске пассажирского составит:

$$I_{\text{факт}} = 2I + \Delta t \quad (1)$$

Где I – межпоездной интервал на участке; Δt – разница времен хода пригородного и пассажирского поезда.

Для ликвидации потерь пропускной способности, связанной с обеспечением повышенной скорости движения пассажирских поездов на головных пригородных участках наиболее эффективно применять плотный параллельный ГДП (рис. 2), в котором все поезда следуют на интервале автоблокировки, но фактический съём происходит лишь с одной ниткой – всем категориям поездов устанавливается одинаковая ходовая скорость. В плотном параллельном графике размеры движения пригородных поездов достигают максимально возможной величины, что повышает качество обслуживания пассажиров пригородного сообщения. При этом уменьшается скорость движения пассажирских поездов дальнего следования.

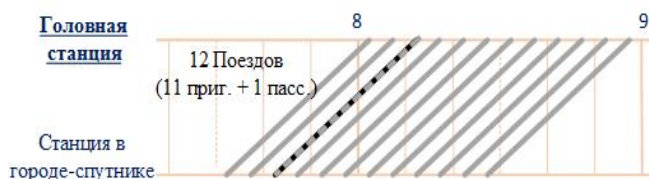


Рис. 2. Пример плотного параллельного графика движения поезда

Неплотный непараллельный график (рис. 3) целесообразно применять при неинтенсивном движении пригородных поездов, обеспечивая высокую ходовую скорость поездам дальнего следования. Потребность в пропускной способности участков невысокая, что позволяет ликвидировать фактический «съём» пригородных поездов пассажирскими поездами. На головных участках Московского железнодорожного узла это широко применяется в «непиковое» время. Однако интервал между пригородными поездами не должен превышать комфортной величины (не более 15-ти минут).

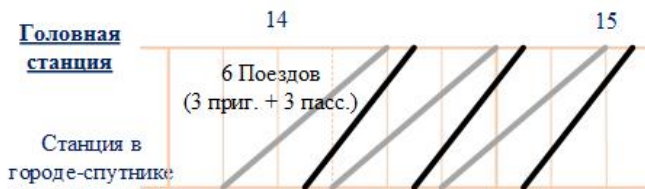


Рис. 3. Неплотный непараллельный график движения поезда

Как видно из рисунков 4 и 5 пропуск пассажирских поездов с высокой скоростью движения поглощает пропускную способность участка на пропуск 4-х и более пригородных поездов. Перерывы в движения электропоездов удалённых зон вырастают до 40 минут и более, что приводит к существенному снижению качества пригородного сообщения.

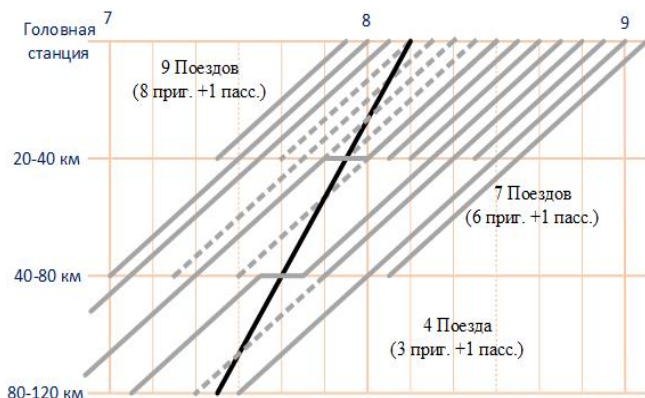


Рис. 4. Зонный плотный непараллельный график движения с обгонами пригородных поездов

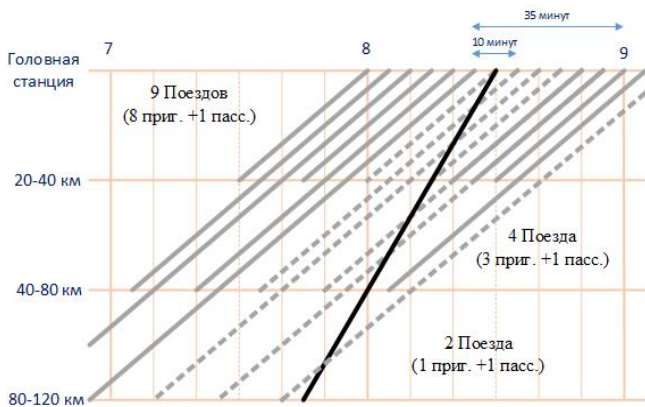


Рис. 5. Зонный плотный непараллельный график движения без обгонов пригородных поездов

Наибольшую пассажиронапряженность имеют головные пригородные участки, ограничиваемые станциями, располагаемыми в крупных городах-спутниках, на которых зарождается большой пассажиропоток. Головные участки образуют «спутниковую» зону, плотность движения пригородных поездов в которой самая высокая. Для большого количества поездов спутниковой зоны станции являются конечными, образуя зонный график движения пригородных поездов. Другие крупные пассажирообразующие населенные пункты, более удаленные от ядра агломерации, имеющие станции с достаточным путевым развитием, могут также образовывать пояса зонного движения с существенным числом конечных пригородных поездов. На рисунках 5

и 6 приведены примеры плотных зонных графиков с пропуском пассажирских поездов дальнего следования.

Для обеспечения высокой скорости движения пассажирских поездов дальнего следования могут организовываться обгоны пригородных поездов пассажирскими поездами на зонных и других попутных станциях. В этом случае увеличивается время в пути пригородного поезда из-за стоянки под обгоном.

$$t_{обг}^{min} = I_{приб} + I_{отпр} \approx 2I, \quad (2)$$

где $I_{приб}$ и $I_{отпр}$ – интервалы прибытия и отправления на станцию.

На рисунке 6 показан вариант пропуска поездов на минимальном интервале – скорость пассажирского поезда снижается до скорости пригородных поездов на головном пригородном участке. В пригородном поясе до головного участка ходовая скорость пассажирского поезда дальнего следования выше скорости пригородного поезда. Применение такого графика снимает только одну нитку пригородного поезда дальней зоны.

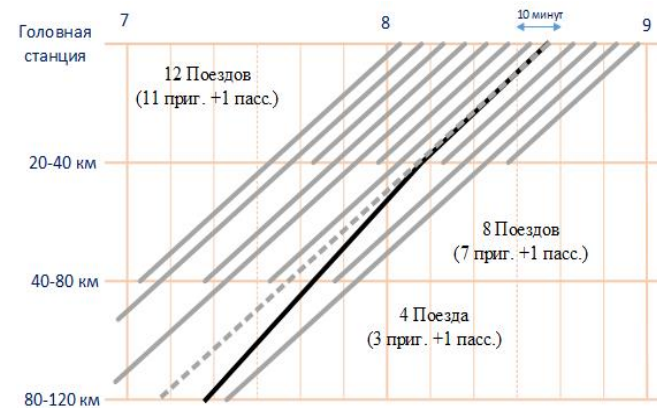


Рис. 6. Зонный плотный параллельный график движения

Применение зонного неплотного графика (рис. 7) позволяет прокладывать пассажирские поезда на ходовой скорости до головного участка. На головном участке скорость поездов дальнего следования снижается. При этом сьем ниток пригородных поездов минимален.

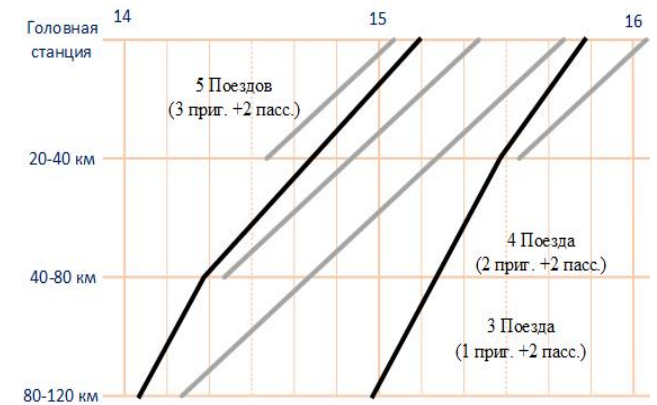


Рис. 7. Зонный неплотный непараллельный график движения

При организации движения на четырехпутных линиях пассажирские поезда могут следовать с установленной ходовой скоростью. В этом случае одна пара путей выделяется под пригородное сообщение (преимущественно электропоезда ближних зон следуют со всеми

остановками), другая пара – для всех остальных категорий поездов; фактический съём пригородных поездов на участке отсутствует.

Скорость движения грузовых поездов примерно соответствует скорости пригородных поездов, следующих со всеми остановками, поэтому съём ниток пригородных поездов сопоставим с размерами грузового движения. Основные размеры грузового движения приходятся на ж.-д. участки, расположенные с внешней стороны от грузовых обходов. На участки центральных зон крупных железнодорожных узлов, как правило, вводятся только местные вагонопотоки для грузовых станций центрального ядра узла.

Для обеспечения ритмичности работы сортировочных и грузовых станций грузовые поезда должны пропускаться максимально равномерно в течение суток, поэтому на многопутных участках рекомендуется сохранять нитки грузовых поездов, в том числе и в «пиковое» время суток.

Из озвученных выше принципов составления тактовых графиков движения можно сделать вывод о том, что их применение на железнодорожных участках с интенсивным пассажирским движением позволяет решить ряд проблем, возникающих на текущем этапе развития перевозок.

Применение параллельного графика движения поездов в «пиковые» периоды и регулировка ходовой скорости пассажирских поездов дальнего следования, компромиссные решения в приоритетности электропоездов и поездов дальнего следования позволяет значительно интенсифицировать движение пригородных перевозок, улучшить качество расписания, повысить эффективность использования инфраструктурного комплекса. Поезда дальнего следования, в том числе скоростные региональные поезда, снимают в «пиковое» время одну нитку вместо пяти, а в «непиковое» время съём отсутствует.

При межпоездном интервале $I = 5$ мин пропускная способность двухпутного перегона составляет $N = 60 / I = 12$ пар поездов в час всех категорий при параллельном графике движения. Отсутствие локального управления приоритетностью пропуска, выбора ходовой скорости уменьшает возможности пропуска до 7-ми пар поездов в час (более чем на 40%).

Литература

1. Колин А.В. О диаметральном развитии пригородного сообщения [статья] / А.В. Колин., Е.Ю. Мулеев. – Москва // Мир транспорта, 2010. – №3(52) – С. 140-147.
2. Вакуленко С.П. Расчет размеров движения пригородных поездов при организации маятникового движения в крупных железнодорожных узлах // Транспорт: наука, техника, управление. Научный информационный сборник. - 2006. - №9. - С. 11-13.

3. Капитонов Ю.А. Взаимодействие видов транспорта в системе с одним пересадочным узлом // Транспорт Российской Федерации. - 2016. - №1 (62). - С. 53-56.

4. Капитонов Ю.А. Расчёт тактового расписания пассажирских перевозок общественным транспортом между аэропортом и городом // Научный вестник МГТУ ГА. - 2015. - №214. - С. 57-62.

5. Пазойский Ю.О. Пассажирские перевозки на железнодорожном транспорте (примеры, модели, методы и решения: учеб. пособие. /Ю.О. Пазойский, В.Г. Шубко, С.П. Вакуленко. – М: ФГБОУ «Учеб.-метод. Центр на ж.-д. трансп.», 2016. – 365с.

6. Пазойский Ю.О. Специфика применения зонного параллельного графика движения поездов [статья]. /Ю.О. Пазойский, М.Ю. Савельев, А.А. Сидраков. // Гомель: Вестник Белорусского государственного университета транспорта: Наука и транспорт. – 2018. - №2 (37). – С. 71-72.

7. Организация пригородных железнодорожных перевозок: учеб. пособие / Ю.О. Пазойский и др.; под ред. Ю.О. Пазойского. – М.: ФГБОУ «Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте», 2015. – 270 с. ISBN 978-5-89035-816-5;

8. Вакуленко С.П., Колин А.В., Айсина Л.Р. Организация транспортного сервиса на участках совмещенного движения // Экономика железных дорог. - 2020. - №1. - С. 54-60.

Сведения об авторах

Вакуленко Сергей Петрович, к.т.н., профессор, директор Института управления и цифровых технологий ФГАОУ ВО Российский университет транспорта (МИИТ).

127994, г. Москва, ул Образцова, д 9, стр. 9.
Тел. +74999723419
E-mail: post-iuit@bk.ru.

Роменский Дмитрий Юрьевич, старший преподаватель кафедры «Управление транспортным бизнесом и интеллектуальные системы» ФГАОУ ВО Российский университет транспорта (МИИТ).

127994, г. Москва, ул Образцова, д 9, стр. 9.
Тел. +79264376985
E-mail: romensky@miit.ru.

Колин Алексей Валентинович, Начальник научно-образовательного центра «Независимые комплексные транспортные исследования» ФГАОУ ВО Российский университет транспорта (МИИТ).

127994, г. Москва, ул Образцова, д 9, стр. 9.
Тел. +7926 5333949
E-mail: alex5959@yandex.ru.

АНАЛИЗ ПОДХОДОВ К ОПРЕДЕЛЕНИЮ ПРОПУСКНЫХ СПОСОБНОСТЕЙ ОБЪЕКТОВ ТРАНСПОРТНОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ

Доктор экон. наук, профессор **Куренков П.В.**,
кандидат экон. наук, доцент **Володин А.Б.**,
старший преподаватель **Астафьев А.В.**,
аспирант **Мухамадшоев Ф.К.**
(Российский университет транспорта. РУТ-МИИТ),
кандидат техн. наук, доцент **Солоп И.А.**
(Ростовский государственный университет путей сообщений,
Ростов-на-Дону)

ANALYSIS OF APPROACHES TO DETERMINING THE THROUGHPUT CAPACITIES OF TRANSPORT INFRASTRUCTURE FACILITIES

Doctor (Econ.), Professor **Kurenkov P.V.**,
Ph.D. (Econ.), Associate Professor **Volodin A.B.**,
Senior Teacher **Astafiev A.V.**,
Post-graduate **Mukhamadshoev F.K.**
(Russian University of Transport. RUT-MIIT),
Ph.D. (Tech) Associate Professor **Solop I.A.**
(Rostov State Transport University, Rostov-on-Don)

Пропускная способность, транспортная инфраструктура, железнодорожный транспорт, железнодорожная линия, авиатранспорт, автомобильные перевозки.

Capacity, transport infrastructure, railway transport, railway line, air transport, road transport.

В статье проведен анализ подходов к определению пропускных способностей объектов транспортных инфраструктур. Выявлено, что пропускная мощность устройств ориентирована в основном на объемы перевозок в различных сферах промышленности и производства. Все методы расчетов сводятся к определению максимального числа объектов, которое может пропустить инфраструктура в единицу времени.

The article analyzes the approaches for determining the throughput capacities of transport infrastructure facilities. A comparison of transport capacity is presented. It was revealed that the bandwidth of the devices is focused, most of all, on traffic volumes in various fields of industry and production. All calculation methods are reduced to determining the maximum number of objects that infrastructure can skip per unit of time in the considered road and weather conditions.

Введение

Транспортные потоки, связанные с перемещением пассажиров и грузов, характеризуются интенсивностью движения, скоростью, направлением и другими факторами, тесно взаимосвязаны.

Интенсивность движения данных потоков определяется на основе наблюдений или с использованием различных подходов к расчетам пропускных способностей элементов транспортной системы или звеньев цепей доставки.

Пропускной способностью (ПРСП) называется наибольшее количество поездов, автомобилей, пассажиров и т.д., которое может быть пропущено за определенный промежуток времени (сутки, час и т.д.) через конкретный объект при существующей технической оснащённости и эксплуатационных возможностях.

На ПРСП влияют многие факторы, зависящие от технико-технологических параметров инфраструктуры. Поэтому для получения достоверных данных принимаются во внимание такие показатели, которые характеризуют взаимодействие перемещаемых объектов и элементов инфраструктуры в различных условиях.

Если мы рассмотрим всё разнообразие объектов в

транспортной сфере, то можем выделить ряд объектов, для которых ПРСП будет одним из основных показателей и условий функционирования – это железнодорожные линии (ж.-д.), станции, терминалы (грузовые, таможенные, кассовые и др.), морские и речные порты, причалы, аэропорты, транспортные узлы, трубопроводы (нефте-, газо-, продуктопроводы), информационные каналы и т.д.

Определение ПРСП ж.-д. сооружений и устройств

ПРСП сооружений и устройств характеризуется допустимым коэффициентом заполнения ПРСП. Для каждого вида участка (однопутного, двухпутного и т.п.) и для устройств различных хозяйств (тягового электрооборудования или локомотивного) он имеет разные значения, которые устанавливаются для обеспечения устойчивой работы ж.-д. станции. Устойчивость работы станции определяется коэффициентом заполнения ПРСП по приёму грузовых поездов в расформирование, который равен отношению ПРСП станционных ж.-д. путей по приёму и расформированию поездов к перерабатывающей способности сортировочных устройств, которые занимаются расформированием составов (сортировочные горки, вытяжные пути и т.п.) [1].

Определение ПРСП ж.-д. поездов

При проектировании пересечения в одном уровне автомобильной дороги и ж.-д. переезда надо учитывать удобство движения не только поездов, но и автомобилей, а показателем удобства как раз является определение ПРСП [2]. К тому же, определение является базой для определения сроков и глубины реконструкции переездов или для мероприятий по увеличению ПРСП.

ПРСП переездов зависит от скорости, интервалов и интенсивности движения автомобилей. Также расчёт зависит от способа пропуска автомобилей: переезд большую часть времени либо открыт для движения автомобилей, либо большую часть времени закрыт. ПРСП переезда соответствует произведению скорости свободного движения на ж.-д. переезде и текущей плотности движения. Также на ПРСП переездов влияют ровность и тип покрытия, наличие кривых в плане и в профиле прилегающих участков.

Определение ПРСП метрополитена

ПРСП метрополитена показывает наибольшее число поездов, которое может быть пропущено за определённый период (в метро этот период равен часу, в отличие от расчётного периода станции и т.п., где он равен суткам). Она равна отношению запаса времени, т.е. 60 мин, к минимальному временному интервалу между составами. Таким образом, ПРСП определяется допустимой интенсивностью движения поездов [3]. А она зависит от следующих факторов:

- применяемой системы автоблокировки;
- движенических параметров подвижного состава;
- времени нахождения поезда на станции, которое зависит от пассажирооборота в нормальное время и в «час-пик»;
- оборотных устройств на концах линии.

В настоящее время ПРСП метро – 40-50 составов в час.

Определение ПРСП автомобильных пунктов пропуска

Пропускную способность автомобильных пунктов определяют методом моделирования работы пункта [1]. Моделирование помогает с помощью ПРСП оценить результативность работы существующего пункта пропуска, а также подобрать рациональную инфраструктуру для необходимого транспортного потока.

При определении ПРСП выполняются процессы:

- моделирования потока объектов государственного контроля;
- моделирования системы органов государственного контроля.

Надо заметить, что они выполняются параллельно.

Результатом, характеризующим пропускную способность, является:

- количество лиц, которые пересекли государственную границу (типы транспортных средств, направления, а также общее количество) за время моделирования работы пункта пропуска;
- количество транспортных средств (общее число и отдельно по каждому типу и направлению), которые пересекли государственную границу за время моделирования работы пункта пропуска;
- усреднённое время пересечения границы (для каждого типа транспортного средства);

- время полезной работы каждого поста контроля;
- степень загруженности каждого поста контроля, который задействован в оформлении лиц, грузов и животных при пересечении государственной границы.

Расчет наличной ПРСП ж.-д. линии

На железнодорожном транспорте ПРСП показывает, насколько хорошо используется дорога, что можно изменить, чтобы увеличить количество пропускаемых составов, а значит увеличить объём перевозимого груза. ПРСП железных дорог зависит от ПРСП каждого элемента дороги – ж.-д. линии, устройств и сооружений, а также станций. Различают *потребную* и *наличную* ПРСП.

Рассмотрим основные методы определения ПРСП [5].

Аналитические методы. Одним из первых был предложен способ Поле (Poole). Данный метод подразумевал расчёт ПРСП при однородном графике движения поездов как отношение количества минут в сутках ко времени занятия пути поездами.

В России применяются другие способы расчёта ПРСП. Они в подробностях рассмотрены в [6]. Основными данными для расчёта наличной (т.е. возможной) ПРСП являются:

- количество главных путей на перегоне;
- средства сигнализации и связи;
- путевое развитие промежуточных отдельных пунктов;
- тип графика движения (парный или непарный, пакетный, не пакетный, частично пакетный или пачечный, параллельный или непараллельный);
- время хода поездов по перегонам (в чётном и нечётном направлении);
- станционные интервалы (промежутки времени, необходимые для выполнения станционных операций, которые обеспечивают безопасность движения, такие как интервал одновременного прибытия, интервал скрещения и т.п.);
- межпоездные интервалы (интервал времени между попутно следующими поездами, предназначенный для обеспечения безопасности и оптимальности движения);
- особые условия организации движения поездов (это может быть применение подталкивающей или двойной силы тяги или приоритетность направления движения).

Основное определение ПРСП выражается отношением запаса времени в сутках, с учётом выделения времени для ремонта и надёжности работы технических средств, к временному интервалу между поездами.

Расчёт ПРСП производится индивидуально для каждого из условий, т.е. в зависимости от сочетаний видов графика прокладки поездов, средств сигнализации и связи по движению поездов, особых условий движения (например, чётные поезда пропускаются сходу на участке, а нечётные их пропускают). Надо заметить, что наличную пропускную способность округляем в меньшую сторону до целого числа.

Таким образом, аналитический метод представляет собой математическое выражение зависимости ПРСП от организации движения и инфраструктуры исследуемой ж.-д. линии. Но этот метод имеет важные недостатки. Во-первых, расчёт ПРСП подразумевает постоянную скорость движения на перегоне, а такое в реальном времени не всегда бывает. Во-вторых, по расчёту

видно, что присутствует линейная зависимость ПРСП и межпоездного интервала (т.е. при уменьшении интервала в несколько раз, во столько же раз увеличится и ПРСП). Но надо учитывать то, что это приемлемо только при небольшой нагрузке линии. При большой нагрузке линии линейная зависимость становится нелинейной, потому что принимающая станция имеет свои ограничения по приёму, а при увеличении потока поездов она может не успевать пропускать их и поэтому происходит уменьшение ПРСП (падает скорость прибытия поездов, ожидание и т.п.). Если говорить общими словами, данный способ не учитывает возможные незапланированные ситуации.

В Европе более известным методом определения ПРСП является *метод UIC 406* [7]. Основной принцип этого метода – сокращение расписания движения поездов до такой степени, чтобы нитки графика наиболее часто находились по отношению друг к другу с учетом интервалов для обеспечения безопасности, т.е. время между поездами было, по возможности, минимальным. Также учитывается резерв времени для того, чтобы при незапланированной ситуации минимизировать появление задержек между поездами, таким образом, повышается надёжность нормальной работы ж.-д. линии, но уменьшается из-за этого ПРСП. При этом способе ПРСП выражается в процентах и соответствует отношению суммарного рабочего времени (включающего в себя время на занятие ж.-д. инфраструктуры поездами, резерв времени, интервал времени между пакетами поездов, следующих по однопутному перегону, а также время на проведение ремонтов) к исследуемому временному интервалу.

Основными отрицательными сторонами метода UIC 406 являются: во-первых, не учитывающееся здесь постоянство и устойчивость движения, а эти факторы имеют значительное влияние на пропускную способность; во-вторых, все поезда рассматриваются как однотипные, не учитывается приоритетность движения.

В *Методах, основанных на моделировании* [8] учитываются следующие параметры:

- эксплуатационные (сбой в работе ж.-д. линии, временное ограничение скорости, которое отрицательно влияет на пропускную способность);
- инфраструктурные (количество пересечений обгонных пунктов с главными путями, наличие светофоров, из-за которых уменьшается возможное расстояние между поездами, тем самым увеличивается пропускная способность);
- движенические (максимальное количество поездов за определённое время (в основном за 4 часа), среднее количество поездов за этот период, параметр, учитывающий наличие «часов-пик» в графике движения поездов, параметр диспетчерского приоритета – поезда, которые имеют больший приоритет, пропускаются поездами, которые имеют меньший приоритет, например, сборный поезд будет задержан для пропуска ускоренного грузового поезда).

Также этот метод учитывает взаимодействие поездов, зависимость стрелок, профиль пути, ограничение скорости по состоянию стрелок и пр.

Основной недостаток метода моделирования в следующем: если при исследовании учитывается большое количество параметров, метод становится очень сложным и зачастую не может быть осуществлённым.

Наличная ПРСП ж.-д. линии определяется максимальными размерами движения поездов или пар поездов в зависимости от технического оснащения линии и объёма грузовых перевозок. ПРСП зависит от типа графика движения поездов, величины ключевых показателей, а также от путевого развития отдельных пунктов.

Расчет потребной ПРСП ж.-д. линии

Существующий метод определения потребной ПРСП не учитывает реальные условия работы, с которыми можно столкнуться на всей сети железных дорог ОАО «РЖД».

Так, например, проблемы «заторов» на подходах к морским портам ведут к критической ситуации в движении поездов и появлению «брошенных» составов на всём маршруте их следования. Также при снижении объёмов перевозок меняется характер и тип станций – сортировочные переводятся в разряд участковых, а участковые – в разряд промежуточных. Многие станции вообще закрываются, как и некоторые отдельные линии, что приводит к снижению ПРСП. Однако в настоящее время стоит вопрос о восстановлении линий, которые были закрыты для движения.

Необходимость экономии расходов на содержание постоянных устройств, не зависящих от размеров движения, является причиной консервации станционных путей, станционных парков, чётной или нечётной сортировочных систем и т.д. Из-за этого многие ж.-д. станции переводятся с суточного на полусуточный режим работы, вследствие чего понижается классность станций.

В существующих методах определения ПРСП элементы ж.-д. линий рассматриваются отдельно, без учёта конкретных условий, в том числе без учёта возможности возникновения заторов на подходах к морским портам и местам массовой выгрузки, поскольку процесс перевозки грузов носит многофазовый характер.

Расчет ПРСП ж.-д. станции

ПРСП может определяться по таким основным элементам станции, как:

- приёмootправочный парк, парки отправления, приёма;
- межпарковые, соединительные ж.-д. пути;
- перронные ж.-д. пути пассажирских платформ;
- стрелочные горловины станции.

Для примера рассмотрим определение ПРСП по приёмо-отправочному парку, а точнее, по его путям. ПРСП имеет обратную зависимость от среднего времени занятия пути одним составом, т.е. при увеличении времени занятия пути ПРСП падает. Также при определении учитывается наличное (т.е. реальное) количество путей и время перерывов в работе путей из-за ремонта или пропуска пассажирских составов.

При определении ПРСП станции через пассажирские платформы путей, которые находятся рядом с ними, рассматривается отношение запаса времени по всем путям, находящимся у платформ, с учётом времени занятия этих путей операциями, которые связаны с пропуском поездов других категорий и манёврами, ко времени занятия перронного пути [9].

В формулах для расчета наличных и потребных пропускных способностей ж.-д. линий и ж.-д. станций учитываются надёжность технических и постоянных уст-

ройств, но никак не учитывается неравномерность, связанная с неритмичностью отправления поездов со станций погрузки, а также с отсутствием синхронности следований грузо-, вагоно- и поездопотоков. Также не учитывается конфигурация и густота сети, насыщенность конкретных участков, направлений и полигонов двигающимися поездами и «брошенными» составами с гружёными и порожними вагонами, как находящимися в процессе перевозки, так и временно отставленными от движения и ожидающих «поднятия».

Расчет ПРСП вокзалов и привокзальных площадей

Повышение требований к транспортной инфраструктуре и взаимодействию её элементов в транспортных узлах ведёт к постоянному развитию связей между региональными субъектами любого государства. Основными элементами транспортной системы любого субъекта федерации являются ж.-д., автобусные и речные вокзалы. Обеспечение эффективного использования различных видов транспорта обуславливается правильным расположением вокзальных комплексов и их ПРСП.

Вокзал является частью ж.-д. комплекса или любого другого вокзального комплекса, пассажирских районов, портов, центральных автовокзалов, которые содержат все взаимосвязанные здания, сооружения и устройства, предназначенные для обслуживания пассажиров, выполнения почтовых, багажных и других операций.

К зонам проезда предъявляется главное требование к обеспечению оптимальных условий взаимодействия всех видов транспорта и связи с общественным транспортом и системой автомобильных дорог.

На привокзальных площадях, которые совмещены с магистральными улицами, ПРСП проезжей части магистральной улицы определяется с учетом коэффициента использования полос проезжей части. Мощность площади вокзала зависит от количества остановочных пунктов с учётом задержек из-за одновременного отправления городского транспорта с пунктов остановки.

Расчет ПРСП аэропортов

Под ПРСП аэропорта понимается его возможность за год выполнения определенных объем пассажирских W_n и почтово-грузовых W_g перевозок.

ПРСП аэропортов может определяться либо ПРСП аэродрома, т.е. количеством взлётно-посадочных операций за один час, либо ПРСП пассажирских и грузовых терминалов, т.е. максимальным количеством перевезённых пассажиров или максимальным весом перевезённых грузов в год.

Число взлётно-посадочных операций в час зависит от:

- взлётно-посадочных характеристик самолётов, от них зависит время занятия взлётно-посадочной полосы;
- промежутков времени между взлётом и посадкой, которые обусловлены обеспечением безопасности полётов;
- типа захода на посадку (визуального или по приборам);
- генеральной схемы аэропорта, количества взлётно-посадочных операций и соединительных рулёжных дорожек;
- степени неравномерности подхода самолётов на посадку.

Для определения ПРСП аэропорта используются методы моделирования [10]. Каждый самолёт движется в очереди согласно существующим правилам, которые определяют скорость движения очереди, а она зависит от предполагаемых операций и незапланированных обстоятельств.

ПРСП аэропортов по количеству перевезённых пассажиров определяется произведением количества пассажиров в одном самолёте и общего количества самолётов, отправленных с аэропорта в год с учётом суточной и часовой неравномерности движения самолётов, но эти коэффициенты не передают особенности процесса прилётов и взлётов самолётов, т.е. это усреднённые значения. Если не будет учитываться ПРСП аэропорта, то это может привести к задержкам самолётов, что приводит к убыткам авиакомпаний.

При определении ПРСП аэропортов надо учитывать комплексно два рассмотренных метода её определения: по взлётно-посадочным полосами и по количеству пассажиров, т.к. взлётно-посадочные полосы и аэропорт не могут существовать и рационально работать отдельно друг от друга. Меры должны быть комплексными, чтобы результат соответствовал реальным возможностям каждого элемента.

Расчет ПРСП взлётно-посадочной полосы

ПРСП взлётно-посадочной полосы (далее ВПП) – это способность выполнения безопасного количества взлётно-посадочных операций самолётов в единицу времени.

На ПРСП ВПП оказывает влияние количество и размещение соединительных дорожек, схема планировки летных полос, типы эксплуатируемых воздушных судов и их режимы полетов, местные условия, оборудование аэродромов средствами посадки, организация движения самолётов на аэродроме, аэродрома. ПРСП определяется по формуле:

$$P_{теор} = \frac{60}{\Delta T}, \quad (1)$$

где ΔT – среднее продолжительность операций взлёта и посадки.

Определение ПРСП портов, причалов, подъездных ж.-д. путей, складов

Пропускная работа порта в целом зависит от ПРСП отдельных его элементов, они должны быть взаимосвязаны, для того чтобы обеспечивать рациональность работы каждого элемента. ПРСП порта полностью зависит от ПРСП каждого его элемента и определяется по минимальному их значению. В идеале эти пропускные способности должны быть примерно равны, чтобы не было задержек обработки транспортных средств и «холстой» работы (не было простоев, нулевой работы оборудования, устройств). Общими словами - возможные мощности составляющих элементов были рационально распределены.

Суточная ПРСП причала равна отношению общей грузоподъёмности судов, прибывающих в сутки ко времени проведения грузовых операций и вспомогательных работ. Тогда годовая ПРСП причала будет равна произведению суточной ПРСП причала, количеству дней навигации в году, учитывая это с помощью поправочных коэффициентов:

- занятость причала грузовыми и вспомогательными операциями;
- перерывы в работе по метеопричинам;
- месячная неравномерность грузооборота.

ПРСП причала должна соответствовать ПРСП его складов и ж.-д. путей, и это всё в совокупности определяет пропускную способность перегрузочного комплекса.

ПРСП склада равна произведению вместимости склада и сменности груза на складе в течение расчётного периода с учётом резерва при неравномерности привоза груза.

Суточная ПРСП ж.-д. пути, на котором производится погрузка и выгрузка вагонов, выражается количеством тонн, прибывающих в одной подаче вагонов по фронту, и равна произведению максимального количества вагонов, которые можно подать под грузовые операции, и нормы загрузки одного вагона данным грузом. Также здесь надо учитывать коэффициент перерыва в работе из-за метеословий.

Определение ПРСП контейнерных терминалов

Надо сделать поправку на то, что пропускная способность терминала принимается как перерабатывающая. Перерабатывающая (пропускная) способность может быть найдена через:

- максимально возможную ёмкость грузовых площадок (которая равна произведению общего среднесуточного количества прибывших, отправляемых, транзитных контейнеров и времени хранения груза по прибытии, отправлении, сортировке, учитывая при этом, что некоторая доля контейнеров может «проходить мимо» терминала, т.е. присутствует прямая перегрузка, а также имеется в виду резерв мест для ремонта). ПРСП будет равна отношению максимального количества груза (а это есть ёмкость терминала) к общему сроку хранения контейнеров;

- через средства механизации, где ПРСП будет равна максимальному количеству контейнеров, которые были перевезены в течение смены всеми имеющимися машинами.

Если не учитывать определение пропускной (перерабатывающей) способности терминала, то это может привести к неправильной работе всего грузового комплекса.

Определение ПРСП автомобильных дорог

ПРСП автодороги – максимальное число автомобилей, которое участок может пропустить за единицу времени в одном или двух направлениях рассматриваемой дороги при заданных погодных-климатических условиях.

Также ПРСП автодороги представляет собой максимальное количество автомобилей, которое может пропустить данный участок дороги в единицу времени [11]. Методы определения ПРСП основаны на трёх характеристиках транспортного потока:

- 1) интенсивности (число автомобилей, проезжающих данный участок за час);
- 2) плотности движения (число автомобилей на единицу длины полосы движения);
- 3) скорости движения.

Различают несколько видов ПРСП автомобильных дорог:

- **теоретическая максимальная.** Рассчитывается по формулам динамической теории движения транс-

портных потоков для идеального колонного движения и равна отношению запаса времени (час) к интервалу времени между проходами автомобилей;

- **практическая** - максимальное количество автомобилей, которое может быть пропущено в реальном времени, т.е. при реальных дорожных и погодных-климатических условиях и равна произведению теоретической максимальной ПРСП и коэффициента снижения из-за определённых условий;

- **расчётная** ПРСП.

Для автодорог определение ПРСП необходимо для выявления «узких» участков, которые требуют улучшения, модернизации для обеспечения повышения движения, а также для оценки её использования, качества, удобства. Если определение ПРСП не будет учитываться при работе дороги, то могут возникнуть пробки и т.п.

Для автомобильных линий, как и ж.-д. путей, также должна учитываться неравномерность движения, связанная с неритмичностью отправления автомобилей из начальных пунктов.

Максимальная практическая ПРСП P_{max} учитывает густоту сети и конфигурацию, насыщенность разного рода автомобилями определенных участков (таблица 1).

Таблица 1.

Величины максимальной практической ПРСП

Автодороги	P_{max} , легковых автомобилей/ч
Двухполосные	3600 в оба направления
Трёхполосные	4000 в оба направления
Четырёхполосные:	
без разделительной полосы	2100 по одной полосе
с разделительной полосой	2200 по одной полосе
Шестиполосные:	
без разделительной полосы	2200 по одной полосе
с разделительной полосой	2300 по одной полосе
Автомобильные магистрали, имеющие восемь полос	2300 по одной полосе

ПРСП автомобильной полосы моста – это максимальное количество пропущенных через мост автомобилей за определённый период и зависит от скорости движения автомобилей в свободных условиях, от максимальной плотности движения потока на мосту, от длины моста [12].

Определение ПРСП остановочного пункта

ПРСП остановочного пункта – это максимальное количество транспортных средств, отправление которых может быть осуществлено из остановочного пункта в течение одного часа [13]. Для остановочного пункта ПРСП определяется как сумма по каждой остановке с учетом за 1 час временных затрат на стоянку одного транспортного средства и на технологический перерыв (заезд и выезд с остановочной площадки).

Выводы

Существующие подходы к определению ПРСП объектов транспортной инфраструктуры учитывают многие показатели и условия взаимодействия между перемещаемыми транспортными, грузовыми и пассажир-

скими потоками с элементами инфраструктуры в различных моделях функционирования, которые показывают, насколько эффективно функционирует определенный элемент, а также выявляют «узкие» места, которые препятствуют ритмичности и бесперебойности функционирования всей транспортной системы.

Однако все методы расчетов сводятся только к определению максимального числа объектов (транспортных средств, грузов и пассажиров), которое может пропустить тот или иной элемент инфраструктуры в единицу времени в рассматриваемых дорожно-транспортных и погодных-климатических условиях.

Существующие методы определения ПРСП не учитывают конфигурацию путей сообщения, траектории следования по ним транспортных, грузовых и пассажирских потоков, неритмичность отправления грузов и пассажиров с мест зарождения соответствующих потоков, асинхронность их перемещения по параллельно и последовательно расположенным полигонам и участкам, а также другие факторы.

Эти факторы необходимо учитывать в качестве исходных данных для определения условий дальнейшего развития и наращивания ПРСП элементов транспортной инфраструктуры или, наоборот, для рассмотрения целесообразности и возможности их временного закрытия (консервации), а также частичного или полного демонтажа с целью снижения расходов на их содержание, используя подходы и методики, опубликованные в [1-13].

Литература

1. НИР «Проект методики прогнозов пропускной способности автомобильных пунктов пропуска и формирования исходных данных для технических требований к строительству, реконструкции и техническому переоснащению автомобильных пунктов пропуска»
2. Приложение N 1. Методика расчета технической возможности аэропортов от 24 февраля 2011 года N 63
3. Инструкция по расчету наличной пропускной способности железных дорог /ОАО «РЖД»
4. Володин А.Б., Куренков П.В., Шамарина А.А. Логистические методы и подходы к определению пропускных способностей элементов систем и звеньев цепей поставок в различных отраслях // Логистика.- 2020.- № 5.- С.43-48.
5. Браништов С. А., Ширванян А. М., Тумченко Д. А. Обзор методов оценки ПРСП железных дорог. Ч. 2: Параметрические модели, оптимизация, моделирование 2014
6. Pachl J. Railway Operation and Control. — Mountlake Terrace: VTD Rail Publishing, 2009

7. Методика определения пропускной и провозной способностей инфраструктуры железнодорожного транспорта общего пользования, утверждена приказом Минтранса России приказом от 18 июля 2018 года № 266

8. Руководство по оценке ПРСП автомобильных дорог от 24.08.1981

9. ОДМ 218.2.020-2012 Методические рекомендации по оценке пропускной способности автомобильных дорог

10. [Электронный ресурс]. URL: https://www.krugosvet.ru/enc/nauka_i_tehnika/transport_i_svyaz/AEROPORT.html

11. [Электронный ресурс]. URL: <http://road-traffic-safety.blogspot.com/2016/12/propusknaya-sposobnost-dorogi-vidy-opredelenie.html>

12. Методические рекомендации по регулированию пешеходного движения, Москва-1977

13. Порядок определения пропускной способности остановочного пункта и времени перерывов технологического характера в осуществлении отправления транспортных средств из остановочного пункта от 16.12.15 г.

Сведения об авторах

Куренков Петр Владимирович, д.э.н., профессор, Российский университет транспорта (РУТ-МИИТ), 127055, Россия, г. Москва, ул. Образцова д. 9, стр. 9
E-mail: petrkurenkov@mail.ru.
Телефон: 8 (925)-259-33-30

Володин Алексей Борисович, к.э.н., директор Академии водного транспорта, доцент Российского университета транспорта (РУТ-МИИТ).
E-mail: ab.volodin@mail.ru.

Астафьев Алексей Владимирович, старший преподаватель, Российского университета транспорта (РУТ-МИИТ).
E-mail: aleks-astaf@yandex.ru.

Мухамадшоев Фирдавс Кодиралиевич, аспирант, Российский университет транспорта (РУТ-МИИТ), 127055, Россия, г. Москва, ул. Образцова д. 9, стр. 9
E-mail: boryan_arsen@mail.ru.
Телефон: 8 (997)-269-27-60.

Солоп Ирина Андреевна, к.т.н., доцент, Ростовский государственный университет путей сообщений, Ростов-на-Дону.
E-mail: bhbirf1122@yandex.ru.

ОСНОВНЫЕ ТЕНДЕНЦИИ В ЦИФРОВОЙ ЭКОНОМИКЕ ТРАНСПОРТНОЙ ОТРАСЛИ

Доктор экон. наук, профессор **Каргина Л.А.**,
аспирант **Корненков А. А.**
(Российский университет транспорта. РУТ - МИИТ)

BASIC TRENDS IN THE DIGITAL ECONOMY OF THE TRANSPORT INDUSTRY

Doctor (Econ.), Professor **Kargina L.A.**,
Post -graduate **Kornenkov A.A.**
(Russian University of Transport. RUT - MIIT)

Цифровая экономика, транспортная отрасль, цифровизация, информационно-коммуникационные технологии (ИКТ).

Digitaleconomy, transport, digitalization, information and communication technologies.

Ключевой предпосылкой для строительства цифровой железной дороги является полная интеграция информационно-коммуникационных технологий (ИКТ), связывающих пользователя, транспортное средство, систему управления поездом и инфраструктуру, т. е. разработка новых сквозных цифровых технологий для организации транспортного процесса.

A key prerequisite for the construction of a digital railway is the fullest possible integration of information and communication technologies (ICTs) linking the user, the vehicle, the train management system and the infrastructure, i.e. the development of new end-to-end digital technologies for the organization of the transport process.

В России на железные дороги приходится более 45% национального грузооборота и более 25% пассажирооборота, следовательно, они остаются важнейшим видом транспортной отрасли страны. В условиях Индустрии 4.0 и высокой конкуренции транспортного рынка устойчивое развитие этого важного сектора транспортной отрасли во многом зависит от стремления к разработке и внедрению инновационных технологий [1].

В целях решения этой проблемы ОАО "Российские железные дороги" (РЖД) опубликовало комплексный план инновационного развития на 2016-2020 годы, в котором намечена программа широкого внедрения цифровых технологий в деятельность компании, включая мониторинг подвижного состава и инфраструктуры, управление движением и управление поездами.

План предлагает Концепцию цифровой железной дороги, которая имеет много общего с инициативами, реализуемыми в Европе. Такими инициативами являются программа Shift2Rail и дорожная карта для цифровых железных дорог, представленная в мае 2016 года Сообществом европейских железных дорог и управляющих инфраструктурой (CER), Международным Комитетом железнодорожного транспорта (CIT), Ассоциацией европейских управляющих железнодорожной инфраструктурой (EIM) и Международным Союзом железных дорог (МСЖД) [2].

В 2018 году также появились специализированные организации, работающие под государственным патронажем и с его участием, такие как ассоциации "Цифровизация транспорта и логистики" и "Цифровая эра транспорта", ФГУП "Безопасность цифровых транспортных систем", ООО "Исследовательский центр ФТК" и пр. [3]

Одной из важнейших задач программы инновационного развития ОАО "РЖД-2020" является реализация комплексного проекта "Цифровая железная дорога".

Повышение конкурентоспособности требует перехода на цифровую бизнес-модель, которая предполагает координацию всех процессов, онлайн-бизнес и управление услугами. Это часть цифровизации, которая построена на быстром развитии и внедрении ИТ в ориентированных на клиента отраслях и уже является отличительной чертой сегодняшней глобальной цифровой экономики.

Ключевой предпосылкой для строительства цифровой железной дороги является максимально полная интеграция информационно-коммуникационных технологий (ИКТ), связывающих пользователя, транспортное средство, систему управления поездом и инфраструктуру, т. е. разработка новых сквозных цифровых технологий для организации транспортного процесса. С этой точки зрения особый интерес представляют технологические инновации в области обслуживания железнодорожной инфраструктуры, управления железнодорожным движением и безопасности.

Многие ключевые элементы цифровой железнодорожной инфраструктуры уже созданы и эксплуатируются российскими железными дорогами, во многом благодаря усилиям ОАО "НИИАС" – крупного отраслевого проектно-исследовательского института [4].

Например, ОАО "РЖД" разработало и внедрило технологию построения высокоточной системы координат (ЦАП) и связанных с ней цифровых моделей путей и инфраструктуры (ЦОД). Они обеспечивают единую пространственно-временную систему описания основных элементов инфраструктуры и являются основой

для построения цифровых карт маршрутов для бортовых единиц защиты поездов и высокоточного навигационного позиционирования транспортных средств.

Так, цифровая экономика и, в частности, электронная торговля повышает уровень доступности информации о спросе и предложении. Тем не менее, заключение электронных торговых сделок и розничных продаж может сдерживаться проблемами логистики поставки товаров, выполнения работ или оказания услуг. Проблемы логистики в электронной торговле связаны, прежде всего, с более быстрыми темпами формирования и реализации цепочек поставок товаров по сравнению с традиционной торговлей. Данная особенность электронной торговли определяет необходимость совершенствования механизмов прогнозирования спроса, что должно способствовать более рациональному планированию запаса товаров на складах в различных географических регионах, сокращая время оборота товаров и стоимость доставки. В рамках развития электронной торговли необходимо разрабатывать и внедрять технологии анализа данных по спросу для планирования распределительной логистики.

Одной из основных проблем интеграции цифровой экономики в транспортной отрасли является вопрос кибербезопасности [5].

Вопросы кибербезопасности, которые становятся все более актуальными в условиях широкого использования цифровых технологий, имеют большое значение для Российских железных дорог. Еще в 2013 году был создан Экспертный совет по кибербезопасности ОАО "РЖД", а вскоре в ОАО "НИИАС" был создан Центр кибербезопасности, который совместно разработал базовую нормативную документацию. Российские железные дороги провели большую работу и накопили большой опыт, за это время была проведена тщательная проверка их компьютерных устройств и систем железнодорожной сигнализации и телемеханики. Это позволило выявить кибер-уязвимости и разработать отраслевой стандарт и метод тестирования кибербезопасности и сертификации компьютерных устройств железнодорожной сигнализации и дистанционного управления [6]. Требования кибербезопасности стали неотъемлемой частью любой тендерной документации на вновь разрабатываемые и внедряемые устройства.

На практике компьютерные атаки на системы железнодорожной сигнализации и дистанционного управления могут привести к нарушению функциональной безопасности и сбоям в работе. В то же время количество и эффективность кибератак на промышленные автоматизированные системы управления неуклонно растет с каждым годом. Безусловно, в условиях открытого рынка технологий необходима консолидация усилий всех заинтересованных сторон [7]. В этой связи АО "НИИАС" активно поддерживает и участвует в инициативах МСЖД, являясь его аффилированным членом, таких как цифровая платформа и платформа кибербезопасности. На наш взгляд, крайне важен открытый обмен передовым опытом, а также совместная разработка международного железнодорожного решения в области методологии оценки кибербезопасности компьютерных систем железнодорожной сигнализации и дистанционного управления.

Кроме того, учитывая развивающуюся цифровизацию всех бизнес-процессов железнодорожной отрасли, необходимо решить следующий ключевой вопрос: как безопасно разделить жизненно важные и не жизненно важные системы. Ведь совмещение жизненно важных и не жизненно важных функций приводит к невозможности доказать безопасность системы (либо с точки зрения функциональной безопасности, либо с точки зрения кибербезопасности). Здесь мы полностью согласны с доктором Марком Антони - директором железнодорожной системы МСЖД, который считает, что "системы могут быть сложными, но не должны быть сложными".

Одной из тенденций перехода к цифровой экономике в транспортной отрасли является повсеместное использование постоянно модернизирующихся датчиков и связи между ними и диспетчером. Датчики, использующиеся в инфраструктуре, позволяют диспетчеру управлять трафиком, принимать эффективные решения для оптимизации маршрутов, минимизировать перегруженность и время транзита [8].

Инновационные технологии, такие как IoT и blockchain, откроют новые перспективы в железнодорожной отрасли, которая должна основываться на дальнейшем развитии уже существующих систем, прежде всего, на расширении возможностей комплексной оценки рисков, прогнозом обслуживании инфраструктуры и подвижного состава, повышении мобильности обслуживающего персонала и изменении приоритетов в техническом планировании службы [9]. Однако необходимо различать назначение технологий (командное управление или информационное действие) и регулировать их взаимодействие, чтобы избежать снижения безопасности систем управления жизнедеятельностью и не создавать для них новых типов уязвимостей при использовании облачных технологий. Без решения этого вопроса можно поставить под сомнение даже возможность внедрения таких технологий и их эффективность.

Литература

1. Гринберг Р.С. Некоторые размышления об императивах экономической модернизации в России // Экономическое возрождение России. Ассоциация «Некоммерческое партнерство по содействию в проведении научных исследований «Институт нового индустриального развития им. С.Ю. Витте», 2018. - С. 41–46.
2. Евразийская экономическая комиссия. [Электронный ресурс]. URL: <http://www.eurasiancommission.org>. (Доступ 07.06.2019).
3. Распоряжение Правительства РФ от 28 июля 2017 г. № 1632-р «Об утверждении программы «Цифровая экономика Российской Федерации». - [Электронный ресурс]. URL: <http://base.garant.ru/71734878/>. (Доступ 07.06.2019).
4. Интеллектуальная составляющая цифровой железной дороги. - [Электронный ресурс]. URL: <http://www.niias.ru/press-centre/209-intellektualnaya-sostavlyayushchaya-tsifrovoj-zheleznoj-dorogi>. (Доступ 07.06.2019).
5. Персианов В.А. [и др.]. Информатизация управления и автоматизированного решения проектно-плановых задач на транспорте: монография / В.А. Персианов, А.В. Курбатова, А.Г. Липатов. - М.: Общество с ограниченной ответственностью «ТРАНСЛИТ», 2017.

6. Курская Т.Н. // Вестник транспорта.- 2017. - № 12. - С. 11–16.

7. Жанказиев С.В. [и др.]. Основные научные подходы к разработке нештатных режимов управления ИТС / С.В. Жанказиев, А.И. Воробьев, М.В. Гаврилюк // Наука и техника в дорожной отрасли. - 2017- № 3 (81). - С. 24–27.

8. Каргина Л.А., Биленко, А.В. Интернет вещей в транспорте // Цифровая трансформация в экономике транспортного комплекса: материалы международной научно-практической конференции/ под ред. Соколова Ю.И., Бубновой Г.В., Каргиной Л.А., Епишкина И.А. – М.: РУТ (МИИТ) 2019. – С. 159–162.

9. Шваб К. Четвертая промышленная революция. - М.: Издательство «Э», 2017. - С. 16.

Сведения об авторах

Каргина Лариса Андреевна, д.э.н., профессор, Кафедра «Информационные системы цифровой экономики», РУТ (МИИТ)

Корненко Андрей А., аспирант, РУТ (МИИТ)

Тел. 8-925-141-6245

E-mail: kornenkov.andrey@gmail.com.

СРАВНЕНИЕ ВАРИАНТОВ ПРИМЕНЕНИЯ НАКОПИТЕЛЕЙ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ В СИСТЕМЕ ТЯГОВОГО ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ И НА ЭЛЕКТРОПОДВИЖНОМ СОСТАВЕ

Кандидат техн. наук, доцент, старший научный сотрудник **Незевак В. Л.**
(Омский государственный университет путей сообщения – ОмГУПС)

COMPARISON OF APPLICATION OPTIONS FOR ELECTRIC POWER STORAGE DEVICES IN THE TRACTION POWER SUPPLY SYSTEM AND ON ELECTRIC ROLLING STOCK

Ph. D. (Tech), Associate Professor, Senior Researcher **Nezevak W. L.**
(Omsk State Transport University – OSTU)

Электроподвижной состав, накопление электроэнергии, система тягового электроснабжения, номинальная энергоёмкость, степень заряженности, глубина разряда, характеристика тока заряда.

Electric rolling stock, electric power storage, traction power supply system, nominal energy intensity, degree of charge, discharge depth, characteristic of the charge current.

В статье рассматриваются вопросы сравнения вариантов применения систем накопления электроэнергии на электроподвижном составе и в системе тягового электроснабжения по критерию суммарной номинальной энергоёмкости. Рассмотренные примеры показывают различные уровни энергоёмкости систем накопления электроэнергии для участков железных дорог с преобладанием пассажирского и грузового движения. Оценка вариантов показывает нецелесообразность применения систем накопления электроэнергии в качестве бортовых на грузовых локомотивах.

The article considers the issues of comparing the options for the use of electric energy storage systems on electric rolling stock and in the traction power supply system according to the criterion of the total nominal energy intensity. The examples considered show different levels of energy intensity of electric energy storage systems for sections of railways with a predominance of passenger and freight traffic. Evaluation of options shows the inappropriateness of the use of electric energy storage systems as airborne on freight locomotives.

Введение

Стратегия развития холдинга ОАО «РЖД» на перспективу до 2030 года предусматривает увеличение веса грузовых поездов с целью повышения провозной способности и сокращения требуемого парка локомотивов. Рост электротяговой нагрузки в системе тягового электроснабжения приводит к появлению лимитирующих участков в рамках межподстанционных зон. Выбор конкурирующих мероприятий по усилению системы тягового электроснабжения в каждом случае требует сравнения по технико-экономическим показателям. В число перспективных мероприятий по усилению систем тягового электроснабжения входит применение систем накопления электроэнергии, позволяющее получить эффект в области повышения пропускной и провозной способности, энергетических показателей. Одной из задач в области применения накопителей электроэнергии является сравнение и выбор наиболее эффективного варианта их применения – в системах тягового электроснабжения или на электроподвижном составе. Указанное направление исследований соответствует приоритетным задачам, стоящим перед железнодорожным транспортом, и является актуальным.

Определение энергоёмкости и мощности в системах тягового электроснабжения и на электроподвижном составе выполняется на основе тяговых расчетов, формирующих график электрической нагрузки тяговых подстанций. Для их определения исходят из графика нагрузки электроподвижного состава при следовании по участку или тяговых расчетов на основе заданных условий пропуска поездов по участку железной дороги.

По аналогии с тяговыми подстанциями расчетным способом определяется график электрической нагрузки системы накопления электроэнергии.

Условия работы и параметры систем накопления электроэнергии различны для электроподвижного состава и системы тягового электроснабжения. Варианты размещения систем накопления электроэнергии на электроподвижном составе, в системе тягового электроснабжения или комбинации указанных вариантов являются конкурирующими. Необходимость выбора того или иного варианта требует выработки критериев и целевой функции для поиска оптимального решения.

Существующие исследования отечественных и зарубежных авторов показывают [1–4], что из критерия экономии электроэнергии предпочтительным вариантом является размещение систем накопления электроэнергии на борту электроподвижного состава, однако количество систем накопления электроэнергии и суммарная энергоёмкость оказываются достаточно большими по сравнению со стационарным размещением накопителей в системе тягового электроснабжения [5,6].

Исследования в области выбора видов накопителей привели к появлению в транспортных системах гибридных устройств, использующих аккумуляторные батареи и суперконденсаторы [7–10]. В настоящее время существует ряд различных подходов к определению параметров систем накопления электроэнергии, выбору места их размещения, разрабатываемых как зарубежными [11–15], так и отечественными исследователями [16–22], основанных на различных моделях источни-

ков [23 – 25]. Исследования в области применения систем накопления для тяговой энергетики железнодорожного транспорта показывают имеющийся технический результат, заключающийся в повышении энергетической эффективности и увеличении пропускной способности на межподстанционных зонах [26 – 30].

Критерии и основные положения расчета

Необходимость вариантов размещения накопителей электроэнергии и сравнения их требует выбора критериев, связанных с технико-экономической оценкой. В качестве критериев могут рассматриваться следующие параметры: суммарная энергоемкость; суммарная установленная мощность; количество устанавливаемых накопителей; повышение энергетических показателей системы тягового электроснабжения (напряжение на токоприемнике, нагрузка силового оборудования, температура нагрева элементов); повышение энергетической эффективности работы электроподвижного состава или системы тягового электроснабжения; суммарная стоимость накопителей; дисконтированный срок окупаемости или чистый дисконтированный доход.

При рассмотрении вариантов систем накопления электроэнергии основными являются вопросы повышения пропускной способности и повышения энергетической эффективности при их применении. Достижение целевых показателей в различных вариантах позволяет перейти к сравнению затратной части проектов, связанной, прежде всего, с суммарной энергоемкостью систем накопления, и определяющих большую часть капитальных затрат.

В настоящее время системы накопления электроэнергии в тяговой энергетике рассматриваются как устройства, позволяющие снять ограничения по пропускной способности на лимитирующих участках железных дорог. Указанное обстоятельство позволяет сформировать условия решения частной задачи: выбор предпочтительного варианта размещения осуществляется по критерию минимальной энергоемкости с условием обеспечения заданного уровня пропускной способности или необходимого его повышения.

Протяженность эксплуатационных участков железных дорог оказывает влияние на результаты выбора вариантов, в связи с этим рассмотрим применение метода сравнения по критерию суммарной энергоемкости на примере эксплуатационных участков железных дорог. Данный подход позволяет использовать полученные результаты для оценки вариантов на других участках, содержащих произвольное количество межподстанционных зон.

Оценка работы систем накопления электроэнергии на электроподвижном составе производится исходя из зависимостей степени заряженности, глубины разряда, напряжения включения и тока устройства от энергоемкости и мощности, целевых энергетических показателей работы системы тягового электроснабжения.

Объем электроэнергии в режимах заряда и разряда оценивается на основе измерений или имитационного моделирования работы устройств на электроподвижном составе или системы тягового электроснабжения, выполняемых для заданных интервалов усреднения измерений. В общем случае кумулятивный объем электроэнергии системы накопления, работающей на электроподвижном составе или в системе тягового электроснабжения, определяется по формуле:

$$W(t) = \int_t u \cdot i \cdot dt, \quad (1)$$

где u, i – напряжение на шинах и ток системы накопления электроэнергии;

t – интервал при оценке объема электроэнергии.

Для определения кумулятивного объема электроэнергии системы накопления на электроподвижном составе с учетом рекуперации используются данные измерений напряжения на токоприемнике, токи в режиме рекуперативного торможения и режиме тяги. Для последнего режима ток накопителя выбирается исходя из соотношения объемов энергии рекуперации и энергии, потребленной на тягу по данным расчетов или выполненных поездок для рассматриваемого полигона обращения электроподвижного состава. Ток системы накопления электроэнергии, определяемый при работе электроподвижного состава в тяговом режиме, должен удовлетворять неравенству:

$$i_{\text{тнээ}} \leq i_{\text{т}} \cdot \frac{\overline{W}_{\text{рек}}}{\overline{W}_{\text{т}}}, \quad (2)$$

где $\overline{W}_{\text{рек}}$ и $\overline{W}_{\text{т}}$ – средние значения объемов электроэнергии в режимах рекуперации и тяги для поездок соответственно;

$i_{\text{т}}$ – ток, регистрируемый в режиме тяги на электроподвижном составе.

При имитационном моделировании исходными данными являются значения токов и напряжений, полученные для режимов заряда и разряда соответственно.

По результатам измерений или имитационного моделирования токов и напряжений систем накопления электроэнергии оценивается изменение степени заряженности в рамках рассматриваемого периода времени по формуле:

$$SoC(t) = \frac{W(t)}{W_{\text{ном нээ}}} \cdot \eta \cdot 100, \quad (3)$$

где $W_{\text{ном нээ}}$ – номинальная энергоемкость накопителя электроэнергии;

η – коэффициент полезного действия системы накопления, определяемый с учетом потерь в преобразователях.

Степень заряженности системы накопления электроэнергии, установленной на борту электроподвижного состава, определяется по формуле (3) с учетом работы преобразователей, ограничивающих ток в соответствии с неравенством (2).

Работа систем накопления электроэнергии предусматривает включение в режим разряда при условии превышения уровня тока тягового режима свыше заданного $I_{\text{вкл}}$:

$$i_{\text{т}} \geq I_{\text{вкл}}. \quad (4)$$

Введение условия включения в режим разряда позволяет регулировать степень заряженности SoC и глубину разряда DoD накопителя.

Максимальная глубина разряда для целей выбора энергоемкости системы накопления определяется по формуле:

$$DoD(t) = SoC(t)_{\text{max}} - SoC(t)_{\text{min}}, \quad (5)$$

где $SoC(t)_{\text{min}}$, $SoC(t)_{\text{max}}$ – максимальная и минимальная степень заряженности накопителя на рассматриваемом интервале времени соответственно.

При определении суммарной энергоемкости систем накопления электроэнергии, размещаемой на электропоездах, для участков оборота следует исходить из

времени следования по маршруту и заданного межпоездного интервала. При одинаковом времени следования и межпоездных интервалах в четном и нечетном направлениях суммарная номинальная энергоёмкость определяется по формуле:

$$W_{\text{сум}} = 2 \cdot \left(\frac{t_{\text{марш}}}{t_{\text{межп}}} + 1 + n_{\text{зап}} \right) \cdot W_{\text{ном нээ}}, \quad (5)$$

где $n_{\text{зап}}$ – количество электропоездов запаса, оснащаемых системами накопления электроэнергии; $t_{\text{марш}}$, $t_{\text{межп}}$ – продолжительность следования по маршруту и средний межпоездный интервал.

При размещении систем накопления электроэнергии в системе тягового электроснабжения энергоёмкость определяется для варианта, в котором суммарная энергоёмкость, отвечающая решению задач по повышению пропускной способности и показателей нагрузочной способности, будет минимальна.

При размещении систем накопления решаются два вида задач: первая – выбор условий работы для заданной энергоёмкости систем накопления, определяемых напряжением включения, регулированием токов, степени заряженности и глубины разряда; вторая – выбор энергоёмкости для заданных условий и глубины разряда.

Для электроподвижного состава решаются задачи второго вида. На основе данных о токе и напряжении в режимах тяги и рекуперативного торможения за рассматриваемый период определяется энергоёмкость для условий ограничения глубины разряда в зависимости от вида применяемого накопителя электроэнергии.

Для систем тягового электроснабжения последовательно решаются обе задачи – первоначально определяются условия работы для обеспечения повышения пропускной способности и нагрузочных показателей работы без ограничений на энергоёмкость, затем выполняется поиск минимального уровня энергоёмкости для заданных условий.

Результаты расчетов для участков с преобладанием пассажирского движения

Различия в мощности электропоездов и электровозов и частоте смены режимов их работы обуславливают рассмотрение работы систем накопления отдельно для каждого вида электроподвижного состава. Наибольшие различия в мощности и частоте смены режимов наблюдаются в условиях организации пригородного сообщения с частыми остановками и грузового движения без остановок на участках с горным типом профиля пути. В качестве примера рассмотрим профили нагрузки электропоезда серии ЭС2Г при движении на Московском центральном кольце (МЦК) и грузового поезда с локомотивом серии 2ЭС6 на участке Свердловской железной дороги с IV типом профиля пути, а также системы тягового электроснабжения постоянного тока участков на Московской и Октябрьской железных дорогах.

Исходными данными для оценки являются данные измерений тока и напряжения электропоезда серии ЭС2Г за период прохождения маршрута полной протяженности 54 км. Среднее время прохождения одного кольцевого маршрута для электропоездов составляет около 90 мин в зависимости от поездной обстановки.

График кумулятивного объема энергии определяется по формуле (1), при наличии данных измерений, – суммируем по усредненным данным систем учета электроэнергии с соответствующей дискретизацией. Для электропоезда серии ЭС2Г при следовании по

МЦК график приведен на рис. 1а. Несмотря на высокую долю рекуперации относительно объема тягового электропотребления, достигающую 0,49, в графике преобладает разряд. Наблюдающаяся цикличность связана с чередованием режимов по схеме «стоянка-разгон-торможение-остановка». Применительно к рассматриваемому случаю кумулятивный объем энергии за оборот по кольцу составляет 350 кВт·ч.

Существует три варианта реализации степени заряженности системы накопления в рамках циклов режимов работы электропоезда МЦК: графики с преобладанием заряда, разряда или с сохранением заряженности в конце рассматриваемого интервала времени. График степени заряженности целесообразно выбирать с сохранением степени заряженности. Для случая следования электропоезда по маршруту МЦК график заряженности приведен на рис. 1б. Для рассматриваемой поездки принято, что включение системы накопления осуществляется при тяговом токе выше уровня 65 А, начальный уровень SoC равен 75 %.

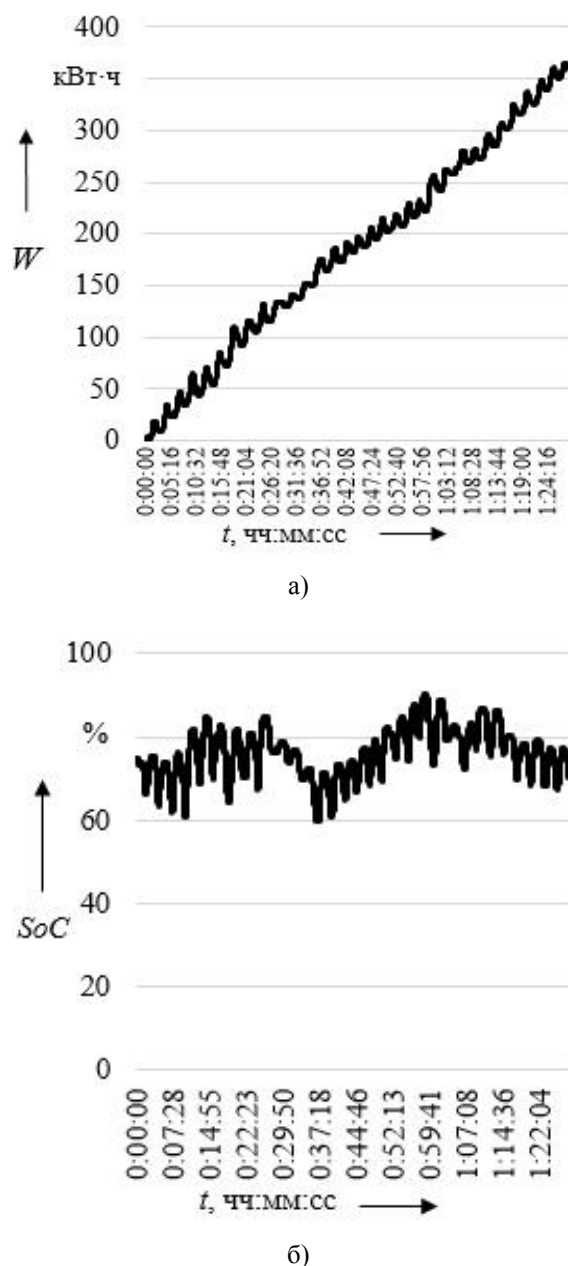


Рис. 1. Графики изменения объема электроэнергии на тягу накоплением (а) и степени заряженности (б) для электропоезда серии ЭС2Г

Продление срока службы Li-ion аккумуляторов достигается при ограничении глубины разряда, как правило, до 30 %. В рассматриваемом случае глубина разряда DoD не превышает 30 % при увеличении номинальной энергоемкости для единицы электроподвижного состава (ЭПС) до 100 кВт·ч и выше (табл. 1). Применение суперконденсаторов, не имеющих ограничений по глубине разряда, позволяет снизить уровень номинальной энергоемкости до уровня 30 кВт·ч.

Таблица 1.

Параметры и условия работы систем накопления для условий интенсивного городского движения

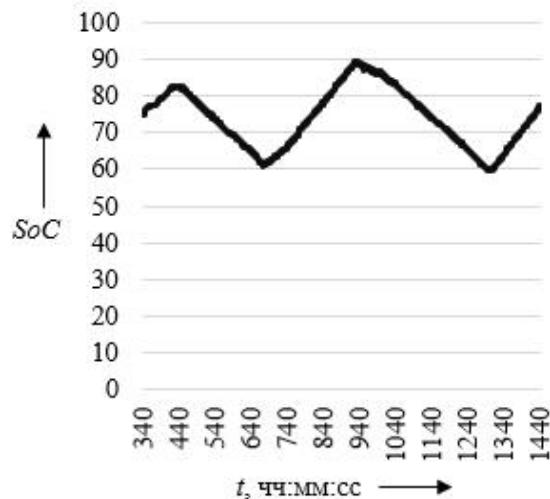
Размещение	SoC, %	DoD, %	$W_{ном}$, кВт·ч	P_z , МВт	P_p , МВт
ЭПС МЦК	78(76)	100 (30)	30 (100)	2,2	1,7
СТЭ пасс	47(49)	100 (30)	1100 (4000)	6,7	3,4

Изменение напряжения на токоприемниках электропоездов как в режиме тяги, так и в режиме рекуперативного торможения наблюдается в широких диапазонах: в тяговом режиме – от 3000 до 3900 В, в режиме рекуперации – от 3300 до 3900 В. Частичное совпадение рабочих диапазонов напряжения вносит различия в условия работы систем накопления на электроподвижном составе и в системе тягового электроснабжения. Если на электроподвижном составе определяющим признаком для перехода накопителя в режим заряда является переход в режим рекуперативного торможения вне зависимости от уровня напряжения на токоприемнике, то для системы тягового электроснабжения – уровень напряжения на шинах подстанции или линейного устройства. Исключением является вариант изменения напряжения включения для режимов заряда и разряда при реализации адаптивных под электротяговую нагрузку настроек систем накопления. В обоих случаях заданные напряжения будут определять основные параметры и условия работы систем накопления электроэнергии при работе с электротяговой нагрузкой.

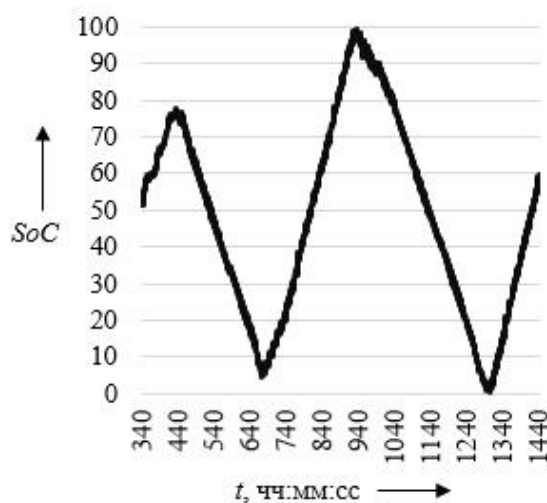
В качестве примера рассмотрим результаты расчета работы систем накопления электроэнергии при напряжениях включения в режим заряда и разряда 3600 и 3550 В соответственно.

Выполненные расчеты по определению номинальной энергоемкости показывают, что глубина разряда не более 30 % при условии работы накопителя электроэнергии в заданном диапазоне напряжений достигается при номинальной энергоемкости в системе тягового электроснабжения (СТЭ) 4000 кВт·ч (см. табл. 1). Применение суперконденсаторов позволяет снизить требуемую номинальную энергоемкость до 1100 кВт·ч (рис.2). Увеличение начальной степени заряженности приводит к потере части избыточной энергии рекуперации, в связи с чем для стационарных условий необходимо ограничивать мощность заряда и разряда или снижать уровень начальной степени заряженности (для рассматриваемого случая – понижение с 75 до 50 %).

Указанные результаты показывают необходимость коррекции степени заряженности путем изменения уровней напряжения для смены режимов и определения функции изменения тока заряда в зависимости от показателей работы накопителя электроэнергии.



а)



б)

Рис. 2. Графики заряженности системы накопления электроэнергии при работе на посту секционирования с энергоемкостью а) 4000 кВт·ч, б) 1100 кВт·ч

Полученные результаты позволяют оценить суммарную энергоемкость для условий МЦК. Вариант, предполагающий оснащение электропоездов бортовыми системами накопления, характеризуется суммарной энергоемкостью на уровне 1560 кВт·ч:

$$W_{\text{сум ЭПС}} = 2 \cdot \left(\frac{90}{4} + 1 + 2 \right) \cdot 30 \approx 1560 \text{ кВт·ч.}$$

Оснащение системы тягового электроснабжения при установке систем накопления электроэнергии на всех четырех существующих постах секционирования МЦК является избыточным, но исходя из допущения их применения на всех постах суммарная энергоемкость составит около 4400 кВт·ч:

$$W_{\text{сум СТЭ}} \approx 4 \cdot 1100 = 4400 \text{ кВт·ч.}$$

Суммарная энергоемкость систем накопления для первого и второго вариантов соотносится как 1/3, т.е. по данному критерию применение бортовых систем является предпочтительным перед стационарными.

Результаты расчетов для участков с преобладанием грузового движения

Рассмотрим вариант размещения систем накопления электроэнергии на грузовых локомотивах и системах тягового электроснабжения с преобладанием грузового движения.

Ввиду различий в условиях вождения грузовых и пассажирских поездов энергетические показатели систем накопления на борту электроподвижного состава будут отличаться. Показатели работы системы накопления электроэнергии для грузового локомотива рассмотрим на примере поездки серии 2ЭС6 с поездом массой 6000 т по одному из участков Свердловской железной дороги с IV типом профиля. Для условия (4) ток включения накопителя электроэнергии в тяговом режиме принимается при превышении уровня 100 А.

Доля энергии рекуперации для грузовых локомотивов, как правило, не превышает 30 %, в отличие от электропоездов, эксплуатирующихся в пригородном и городском движении. Для рассматриваемой поездки доля энергии рекуперации составляет 16 %, а уровень энергоемкости для обеспечения приема в полном объеме энергии рекуперации, обеспечивающий глубину разряда, не более 30 % – 4000 кВт·ч при начальной степени заряженности 75 % (табл. 2). Графики объема электроэнергии на тягу накоплением для локомотива серии 2ЭС6 и степени заряженности для рассматриваемого случая приведены на рис. 3.

Таблица 2.

Параметры и условия работы систем накопления для грузового движения

Размещение	SoC, %	DoD, %	$W_{\text{ном}}$, кВт·ч	P_3 , МВт	P_p , МВт
ЭПС 2ЭС6	63 (71)	100 (30)	1150 (4000)	1,7	2,5
СТЭ груз	56 (48)	100 (30)	225 (750)	1,5	3,0

Как было отмечено выше, показатели работы системы накопления целесообразно регулировать в зависимости от уровня напряжения или путем изменения токов в режиме разряда и заряда. В условиях преобладания разряда одним из мероприятий является регулирование тока заряда при напряжениях ниже уровня холостого хода тяговых подстанций.

Увеличение тока в зависимости от роста уровня напряжения на шинах определяется напряжением перехода системы накопления в режим разряда и заряда и максимальным током заряда. В этом случае регулирование тока заряда предлагается выполнять в соответствии со следующими условиями:

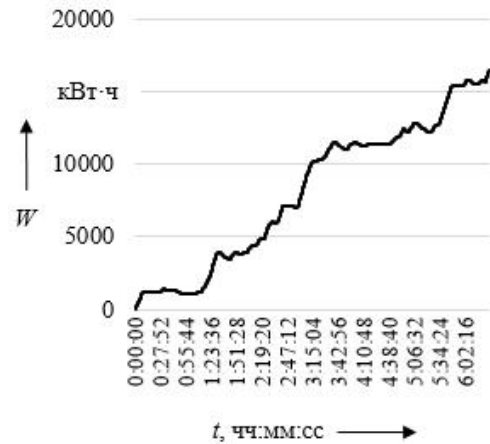
$$I_3(U_{\text{ш}}) = \begin{cases} 0, U_{\text{ш}} < U_{\text{min}} \\ k_{3x}(U_{\text{ш}} - U_{\text{min}}), U_{\text{min}} \leq U_{\text{ш}} \leq \frac{I_{3\text{max}}}{k_{3x}}(U_{\text{ш}} - U_{\text{min}}) \\ I_{3\text{max}}, U_{\text{ш}} > \frac{I_{3\text{max}}}{k_{3x}}(U_{\text{ш}} - U_{\text{min}}), \end{cases} \quad (6)$$

где k_{3x} – коэффициент линейной характеристики тока заряда;

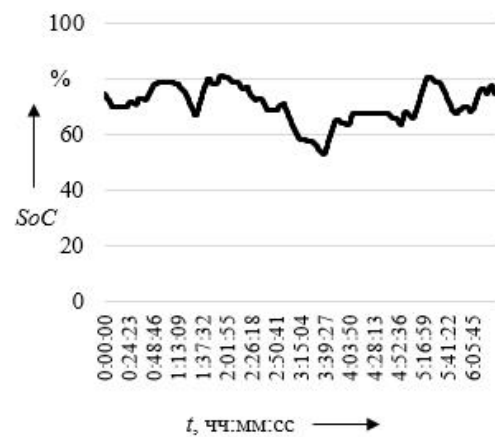
$U_{\text{ш}}, U_{\text{min}}$ – напряжение на шинах и минимальное напряжение для перехода в режим заряда;

$I_{3\text{max}}$ – максимальный ток заряда.

Коэффициент k_{3x} определяется из условия сохранения степени заряженности системы накопления. Рост коэффициента k_{3x} характеристики тока заряда ограничен потерями напряжения в контактной сети и определяется ее сопротивлением.



а)



б)

Рис. 3. Графики объема электроэнергии на тягу накоплением для локомотива серии 2ЭС6 (с учетом рекуперативного торможения) и степени заряженности

Для условий участка Октябрьской железной дороги имитационное моделирование работы накопителя электроэнергии на посту секционирования «К» в системе тягового электроснабжения позволяет получить следующие характеристики изменения тока заряда и степени заряженности накопителя электроэнергии (рис. 4). Основные показатели работы системы накопления электроэнергии (см. табл. 2) получены для коэффициента $k_{3x} = 1,93$ и глубины разряда 30 %.

Оценка суммарной энергоемкости систем накопления электроэнергии для участков с преобладанием грузового движения выполняется аналогично. Существенные различия заключаются в протяженности полигонов оборота локомотивов – их длина для грузового движения достигает 2000 км. Если принять для оценки усредненные характеристики участков оборота локомотивных бригад – 300 км, техническую скорость в четном и нечетном направлениях – 50 км/ч, средний межпоездный интервал в грузовом движении – 20 мин, количество локомотивов в запасе – 2, то можно получить следующую оценку суммарной энергоемкости бортовых систем накопления электроэнергии для участка:

$$W_{\text{сум}} = 2 \cdot \left(\frac{360}{20} + 1 + 2 \right) \cdot 1150 \approx 48300 \text{ кВт}\cdot\text{ч.}$$

Исходя из допущения о том, что в системе тягового электроснабжения система накопления электроэнергии будет располагаться в каждой межподстанционной зоне, можно оценить суммарную энергоемкость при средней протяженности межподстанционной зоны 15 км:

$$W_{\text{сум}} \approx \frac{300}{15} \cdot 225 = 4500 \text{ кВт}\cdot\text{ч.}$$

Суммарная энергоемкость систем накопления для условий применения на участках с преобладанием грузового движения для первого и второго вариантов соотносится как $\frac{10}{1}$, т. е. по данному критерию применение стационарных систем является предпочтительным перед бортовыми системами.

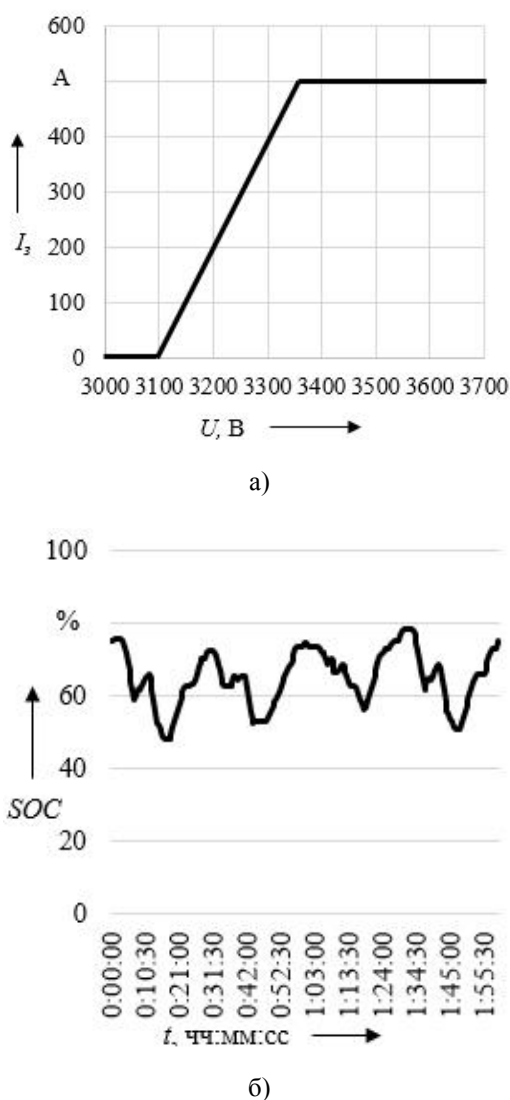


Рис. 4. Графики изменения тока заряда (а) и степени заряженности (б) системы накопления при преобладании грузового движения

Заключение

Сравнение применения вариантов систем накопления электроэнергии с целью повышения пропускной способности железных дорог и энергетической

эффективности систем тягового электроснабжения по критерию суммарной энергоемкости основано на показателях электротяговой нагрузки и условий эксплуатации электроподвижного состава, оказывающих влияние на конечную степень заряженности, глубину разряда, необходимый ток заряда и разряда и его характеристики, мощность и энергоемкость. Участки железных дорог с преобладанием пассажирского и грузового движения несущественно отличаются по мощности бортовых и стационарных систем, а требуемые номинальные энергоемкости отличаются в три и десять раз соответственно. Применение видов накопителей электроэнергии без ограничений к глубине разряда (до 100 %) позволяет существенно сократить требуемую номинальную энергоемкость систем. Для бортовых систем электроподвижного состава она близка к целевому диапазону 30 – 1150 кВт·ч (электропоездов – грузовых локомотивов), для стационарных систем – к целевому диапазону 225 – 1100 кВт·ч. Регулирование тока заряда и разряда в зависимости от напряжения на шинах позволяет поддерживать уровень степени заряженности и глубину разряда в заданном диапазоне. Применение Li-ion аккумуляторов с ограничением глубины разряда до 30 % требует увеличения номинальной энергоемкости до целевых диапазонов 100 – 4000 кВт·ч для электроподвижного состава и 750 – 4000 кВт·ч для систем тягового электроснабжения. Полученные значения подлежат уточнению для конкретных участков и условий эксплуатации электроподвижного состава. На этапе выполненной оценки они позволяют сделать вывод, что в современных условиях следует отказаться от применения бортовых систем накопления электроэнергии для грузовых локомотивов в пользу стационарных для систем тягового электроснабжения. Уменьшение плеч оборота электроподвижного состава и уменьшение требуемой номинальной энергоемкости систем накопления приводит к целесообразности применения бортовых систем, как это показано на примере Московской кольцевой дороги.

Литература

1. Barrero, R., Tackoen, X., & vanMierlo, J. (2010). Stationary or onboard energy storage systems for energy consumption reduction in a metro network. Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part F: Journal of Rail and Rapid Transit, 224(3), 207–225. DOI:10.1243/09544097jrrt322.
2. Radu P. V. Analysis of wayside energy storage devices for DC heavy rail transport / P. V. Radu, Z. Drazek // MATEC Web of Conferences. 2018. Vol. № 180. P. 1 – 6
3. Energy transfer and utilization efficiency of regenerative braking with hybrid energy storage system / W. Zhao, G. Wu etc. // Journal of Power Sources. 2019. Vol. № 427. P. 174 – 183.
4. Афанасьев М. М. Применение накопителей энергии – ионисторов (суперконденсаторов) на электропоездах метрополитена / М. М. Афанасьев, Д. В. Клоков, Ю. М. Иньков // Электроника и электрооборудование транспорта. – 2020. - № 1. – С. 30 – 32.
5. Черемисин В. Т. Повышение эффективности работы системы тягового электроснабжения с гибридными накопителями электроэнергии / В.Т.Черемисин, В.Л. Незевак, А.П. Шатохин // Научная монография. - Омск: Омский гос. ун-т путей сообщения, 2019. – 222 с.

6. Незевак В. Л. Характеристика тяговой нагрузки для определения параметров накопителя электрической энергии / В.Л.Незевак, А.П. Шатохин // Мир транспорта. - 2018. - Т. 16. № 2 (75). - С. 84 – 94.
7. Calculation of hybrid bus power demands by standard driving cycles / A. A. Shtang, W. Xiaogang etc. // 19th International Conference of Young Specialists on Micro / Nanotechnologies and Electron Devices. IEEE Computer Society. 2019. P. 469 – 472.
8. Manandhar U. Validation of Faster Joint Control Strategy for Battery-and Supercapacitor-Based Energy Storage System / U. Manandhar, N. R. Tummuru, S. K. Kollimalla // IEEE Trans. Ind. Electron. 2018. Vol. № 65. P. 3286 – 3295.
9. Kollimalla S. K. Design and Analysis of Novel Control Strategy for Battery and Supercapacitor Storage System / S.K. Kollimalla, M.K. Mishra, N.L. Narasamma // IEEE Trans. Sustain. Energy. 2014. Vol. № 5. P. 1137 – 1144.
10. Liu W. Hybrid electric vehicle system modelling and control / W. Liu. Wiley. 2017. 584 p.
11. Kodoma H. Electrical energy storage devices & systems / H. Kodoma // Hitachi Chemical Technical Report. 2015. Vol. № 57. P. 6 – 15.
12. Larminie J. Electric Vehicle Technology Explained / J. Larminie, J. Lowry // Second Ed., Chichester, John Wiley & Sons Ltd. 2003. 303 p.
13. Ragone D.V. Review of Battery Systems for Electrically Powered Vehicles / D.V. Ragone // SAE Technical Paper Series. 1968. 8 p.
14. Dongen van L.A.M. Theoretical prediction of electric vehicle energy consumption and battery state-of-charge during arbitrary driving cycles / van L.A.M. Dongen, van der R. Graaf, W.H.M. Visscher // In L. Andrews (Ed.), EVC symposium VI proceedings. 1981. P. 1 – 13.
15. Ling A.W. Review on the optimal placement, sizing and control of an energy storage system in the distribution network / A.W. Ling, K.R. Vigna // Journal of Energy Storage. 2019. Vol. № 21. P. 489 – 504.
16. Носков В.Н. Об энергоёмкости накопителя электроэнергии для тепловоза / В.Н. Носков, М.Ю. Пустоветов // Вестник ВНИИЖТа. - 2008. - № 5. - С. 42 – 44.
17. Шевлюгин М.В. Опыт пуска электроподвижного состава при помощи «накопительных» тяговых подстанций на московском метрополитене / М.В. Шевлюгин, Д.В. Ермоленко, А.Н. Стадников // Электротехника. - 2017. - № 11. - С. 75 – 80.
18. Косов Е.Е. К вопросу выбора мощностных характеристик перспективного автономного тягового подвижного состава / Е.Е. Косов, В.А. Азаренко, М.М. Комарицкий // Транспорт Российской Федерации. Спец. выпуск: Наука и транспорт. Железные дороги России. - 2007. - С. 20 – 21.
19. Евстафьев А.М. Оценка энергоёмкости бортового накопителя энергии для тягового подвижного состава / А.М. Евстафьев // БРНИ. - 2018. - № 2. - С. 7–15. [Электронный ресурс]. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/otsenka-energoemkosti-bortovogo-nakopatelya-energii-dlya-tyagovogo-podvizhnogo-sostava> (дата обращения - 02.10.2019).
20. Карабанов М.А. Определение места размещения и энергоёмкости накопителя энергии в системе тягового электроснабжения постоянного тока двухпутного участка / М.А. Карабанов, Ю.В. Москалев // Наука и техника транспорта. - 2015. - № 2. - С. 21 – 28.
21. Горте О.И. Метод выбора параметров накопителя энергии при резкопеременной нагрузке / О.И. Горте, В.М. Зырянов и др. // Материалы междунар. науч.-техн. конф. / Самарский гос. техн. ун-т. Самара, 2017. - С. 135 – 138.
22. Штанг А.А. Определение основных характеристик комбинированной энергетической установки для городского безрельсового транспорта / А.А. Штанг, М.В. Ярославцев // Доклады Академии наук высшей школы Российской Федерации / Академия наук высшей школы РФ. - М. - 2016. - № 4 (33). - С. 111 – 120.
23. Shepherd C.M. Design of primary and secondary cell / C.M. Shepherd // J. Electrochem. SOC, 1965. Vol. № 112. 657 p.
24. Williamson S. Electrical Modeling of Renewable Energy Sources and Energy Storage Devices / S. Williamson, C. Rimalapudi, A. Emadi // Journal of Power Electronics. 2004. Vol. № 4. P. 117 – 121.
25. He H. Evaluation of Lithium-ion Battery Equivalent Circuit Models for State of Charge Estimation by an Experimental Approach / H. He, R. Xiong, J. Fan // Energies. 2011. Vol. № 4(4). P. 582 – 598.
26. Interaction's simulation modeling of electric rolling stock and electric traction system / Nezevak V., Shatokhin A. // Proceedings - 2019 International Ural Conference on Electrical Power Engineering, UralCon 2019. P. 410 – 416.
27. Electric energy storage units applicability assessment of different kinds in the conditions of Moscow central ring / Nezevak V.L., Cheremisin V.T., Shatokhin A. // Advances in Intelligent Systems and Computing. 2020. Т. 1115. P. 42 – 51.
28. Assessment of energy intensity of the drive for traction power supply system / Nezevak V., Cheremisin V., Shatokhin A. // Advances in Intelligent Systems and Computing. 2020. Т. 982. P. 524 – 538.
29. Незевак В.Л. Моделирование режимов нагрузки на шинах постов секционирования при работе в системе тягового электроснабжения накопителей электроэнергии/ В.Л. Незевак // Вестник Ростовского государственного ун.-та путей сообщения. - 2017. - № 4 (68). - С. 159 – 170.
30. Черемисин В.Т. Результаты оценки режимов работы активных и пассивных постов секционирования в системе тягового электроснабжения с целью выбора параметров накопителей электроэнергии / В.Т. Черемисин, В.Л. Незевак, В.В. Эрбес // Известия Транссиба. - 2017. - № 3 (31). - С. 132 – 143.

Сведения об авторе

Незевак Владислав Леонидович, к.т.н., доцент, старший научный сотрудник, Омский государственный университет путей сообщения – ОмГУПС.

Тел. 8-913-971-6355

E-mail: nezevakwl@mail.ru.

НЕЗАВИСИМАЯ ТРАНЗИТНАЯ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНАЯ КОМПАНИЯ

Кандидат физ.-мат. наук, старший научный сотрудник **Бобрик П.П.**
(Институт проблем транспорта имени Н.С. Соломенко Российской академии наук)

INDEPENDENT TRANSIT RAILWAY COMPANY

Ph. D. (Phys.-Math.), Senior Researcher **Bobrik P.P.**
(Solomenko Institute of Transport Problems of Russian Academy of Sciences)

Транзит, площадные сети, тарифы, магистрали, сложные сети, независимая железнодорожная компания.

Transit, area networks, tariffs, rail highways, complex network, independent railway company.

В работе рассматриваются транзитные железнодорожные магистрали. Анализируются преимущества и недостатки транзита по сравнению с площадными сетями. Показано снижение транзитных тарифов. Проведена аналогия с платными автомобильными дорогами. Рассмотрен вариант выделения из существующих ЖД сетей независимой транзитной компании.

The paper considers transit railway lines. The advantages and disadvantages of transit compared to area networks are analyzed. A decrease in transit tariffs is shown. An analogy is drawn with toll auto highways. The option of separation from the existing railway networks of an independent transit company is considered.

Введение

Статья продолжает исследования в работе [1].

Основной мыслью этой статьи было утверждение, что на однородной плоскости оптимальная плотность регулярной транспортной сети определяется главным образом местными факторами и практически не зависит от средней дальности корреспонденций. Такой, на первый взгляд, неожиданный результат становится понятным, если вспомнить, что основным предназначением магистральной сети является сбор местных корреспонденций в крупные потоки с целью удешевления себестоимости перемещений. При увеличении плотности дорог среднее по всей плоскости расстояние до них становится меньше, что и приводит к сокращению затрат на "последнюю милю". Сравнивая стоимость дорог со стоимостью сэкономленного времени до магистралей в зависимости от плотности, получаем оптимальную плотность дорог. Перемещения по магистральной сети, напротив, в первую очередь зависят от топологии узлов сети и ее ориентации и практически не зависят от местных факторов.

Данный результат позволяет подвести методологический базис под разделение местных и магистральных сообщений, поскольку они имеют различную природу. Более того, они должны оцениваться и организовываться на разных принципах без оглядки друг на друга. Однако в настоящее время типичной является ситуация, когда обоими типами перевозок на железных дорогах (ЖД) занимается единый оператор. Но современные тенденции с мировой экономике все больше требуют организационного разделения дальних и местных перевозок по независимым операторам.

В последние годы значимость железнодорожного транспорта снижается в пользу автомобильного [2], из-за чего само понятие плотности для ЖД становится все более размытым. Железнодорожная сеть все больше начинает тяготеть к соединению отдельных объектов с высокими объемами отправления и прибытия грузов.

Это приводит к потере принципа регулярности, т.е. логика внутренней структуры сети может перестать быть не обязательной. На первый план выходит расположение транспортных объектов, которые могут быть произвольными и определяться никак не связанными с транспортом факторами. Другими словами, вместо того чтобы быть по своей сути площадной, сеть ЖД все больше становится объектно-ориентированной.

С другой стороны в мире стремительно происходит концентрация деловой активности во все меньшем числе областей земного шара, что обуславливается процессами глобализации [3]. Это и стремительно продолжающаяся урбанизация, уже приведшая к стягиванию значительной доли населения в супермегаполисы от нескольких десятков миллионов человек. Это также появление областей ускоренного развития, вроде шанхайской агломерации, европейского Рейна, побережий США. Организация высокопроизводительного транспортного сообщения транзитного типа между такими областями, без учета потребностей лежащих между этими территориями, является одной из насущных потребностей современной экономики [4].

В этой ситуации все более вероятным становится увеличение численности транзитных железнодорожных магистралей. Подобные магистрали пока отсутствуют на территории России и их очень мало во всем мире. В статье далее рассматриваются понятие транзита, его свойства и особенности. Показывается целесообразность образования чисто транзитных ЖД компаний, юридически независимых от существующих монополистов ЖД.

Снижение тарифов в транзитных магистралях

Железнодорожный транспорт обладает очень высокой капиталоемкостью [5]. Из-за этого фактора обычно стараются не допускать высокой плотности путей. Поскольку местная сеть дорог является условием проживания на территории, то на практике, как правило, фор-

мируется именно сеть, ориентированная не на транзит, а на обслуживание территории [6]. Для этого на существующих сетях ЖД достаточно часто должны встречаться станции с функциями погрузки и разгрузки. Расстояние между такими станциями определяется не столько свойствами перевозочного процесса и внутреннего устройства ЖД, сколько внешними экономическими условиями, такими как стоимость доставки на "последней миле" иными видами транспорта от двери отправителя до двери клиента [7, 1]. Другими словами, вопрос густоты узлов сети определяется не только исходя из потребностей повышения эффективности перевозок, но и для более полного удовлетворения запросов клиентов дорог.

Но каждая станция является точкой генерации различных затрат: амортизация капитальных строений, расходы на персонал, закупки топлива, управленческие расходы и т.д. Даже простая платформа без управляющего персонала имеет свою балансовую стоимость, которая порождает амортизационные отчисления. Они в конечном итоге входят в себестоимость всех перевозок по всей сети ЖД. Поэтому не удивительно, что сокращение числа станций благотворно сказывается на эффективности самих перевозок. Откуда и смутные желания планировщиков увеличить расстояния между станциями, как и стремления управленцев движением сделать остановки при перевозках как можно более редкими.

Каждый раз, даже при сквозном прохождении станции, требуется решить вопрос - отправить состав на запасной путь или дать ему проследовать станцию. Это решение задействует тот самый человеческий фактор, который имеет свои оценки по трудозатратам и, соответственно, свою себестоимость. Хотя по логике самой безостановочной перевозки ей совершенно не нужна такая услуга. И, соответственно, платежи за нее также не входят в число необходимых.

Особо следует выделить случай, когда безостановочное прохождение станции де-факто означает обгон одним поездом другого, стоящего на станции. Хотя с точки зрения сквозного прохождения станции наличие запасного пути вообще никак не учитывается, но при таком обгоне требуется согласование расписаний двух составов [8]. Это, в свою очередь, предполагает наличие механизмов разрешения конфликтов при опозданиях, корректировки расписания в реальном режиме времени и т.д.

Движение по железнодорожным путям не предполагает обгона, что приводит к необходимости согласовывать движение транзитного трафика с местным. В результате затрудняется расписание обоих типов перевозок. Если вводится приоритет сквозного движения транзитных поездов, то местные грузы вынуждены ожидать их прохода. Ломается обычное расписание, что снижает регулярность перевозок и их качество. Помимо низкой скорости, происходит дополнительное омертвление капитала в грузах.

Наоборот, если приоритет отдается местному поезду с его частыми остановками, то транзит де-факто вынужден перемещаться за ним как обычный участник сети, что не позволяет ему использовать преимущества своего профиля перевозок. Движение по площадной сети не может обеспечить высокую скорость по причине частых остановок и регулируемых развилки. В этом случае себестоимость транзитных перевозок справед-

ливо оценивается по себестоимости площадной транспортной сети.

Железными дорогами мира накоплен огромный опыт [5, 9], как совмещать в рамках одной сети транзитные и местные перевозки. Прежде всего, следует упомянуть такой инструмент, как нитки расписаний, что позволяет транзитным составам двигаться длительное время без остановок. Однако до конца проблему невозможно решить в принципе. Одно противоречит другому.

Понятно, что никакими инструкциями все возможные случаи предусмотреть нельзя. Отсюда - появление в штатном расписании начальника станции с его личной ответственностью за все происходящее на его территории и отдельной зарплатой всего штата станции. Можно привести примеры других типов управленческой деятельности, которые порождает само существование промежуточной станции, независимо от характеристик движения по сети.

Проблема в том, что введение безостановочного движения не приводит к значительному снижению стоимости перевозок, поскольку многие типы расходов остаются. Это обусловлено тем, что ЖД является единой системой, где корректно определены только общекотловые понятия суммарных доходов и суммарных расходов по всей сети. Даже на методологическом уровне невозможно определить, как распределить ту или иную номенклатуру расходов по маршрутам и по случайным одиночным перевозкам. Различные методики расчета себестоимости отдельных направлений на поверку оказываются методиками тарифообразования для пользователей ЖД, с тем или иным значением положительной корреляции с реально понесенными затратами.

Понятие транзита

Само понятие транзита подразумевает отсутствие необходимости делать частые остановки по мере движения, что создает предпосылки для повышения крейсерской скорости и сокращения затрат. Но в литературе под термином "транзит" могут неявно подразумеваться совершенно разные понятия, которые используются в разных задачах с порой противоположными целями.

Наиболее часто под транзитом понимается безостановочное перемещение из одного пункта в другой. Это, безусловно, верно, но вряд ли является полным описанием, поскольку не все свойства транзита при этом проявляются.

Транзит не может характеризоваться исключительно в терминах расстояний. В существующей сети ЖД России наблюдается высокий разброс расстояний между станциями. В густонаселенных территориях с высоким уровнем урбанизации станции можно встретить на расстоянии всего пары километров. Наоборот, в труднодоступных областях Сибири и Крайнего Севера нередки ситуации, когда станции расположены на расстоянии в несколько десятков километров. В Австралии есть перегоны в несколько сот километров по пустынной местности. Однако интуитивно понятно, что вряд ли прохождение без остановки большого расстояния является транзитом по сути, если между станциями просто нет мест, где имеет смысл останавливаться.

Большинство существующих перевозок на ЖД, как правило, устроено таким образом, что остановки крайне редки, т.е. с формальной точки зрения они также

могут претендовать на звание транзита. Например, скорые пассажирские поезда успевают пройти без остановки десятки населенных пунктов. Грузовые поезда останавливаются преимущественно только на сортировочных станциях, расстояние между которыми определяется, скорее, нормами работы локомотивных бригад по пять часов. Откуда в России среднее расстояние между ними около 300 км. При этом грузовые поезда также нередко минуют многие сортировочные станции без остановок. Поэтому с формальной точки зрения при перевозках на ЖД выдерживается доля остановок не более нескольких процентов от пройденных станций. Однако, как было видно из предыдущего раздела, эффективность таких перевозок не повышается соответствующим образом. И поэтому данный тип перемещений также не может считаться в полной мере чисто транзитным.

Если предельно следовать этой логике, то идеальной по эффективности перевозка должна проходить вообще без всякой сети. Т.е. не только не останавливаться во время движения, но и даже самих промежуточных станций не должно быть в принципе. Другими словами, движение должно происходить вне сети ЖД. Только такое движение может быть признано полностью транзитным. С этой точки зрения все существующие перемещения по российской сети ЖД являются не транзитными в полном понимании этого слова, а узловыми - от станции к станции. Правильнее называть их безостановочными.

Выделение магистралей

Приведенные выше соображения показывают, что даже безостановочное прохождение через станции все равно требует управленческих воздействий и контроля, а также содержания объектов станционной инфраструктуры, что увеличивает расходы на обеспечение движения. Оптимальным решением стало бы разделение сети, а точнее, создание двух независимых сетей с возможностями коммуникации между собой. На одной из сетей целесообразно ввести чисто транзитное движение со своей отдельной бухгалтерией. Откуда следует одно очень важное следствие: для чисто транзитных движений требуется выделенная транспортная инфраструктура. А для того чтобы полученное преимущество могло бы быть реализовано в более низких тарифах для потребителей, необходимо организационное устройство и независимые собственники.

Само понятие магистрали предполагает, что выделяются перевозки, где значительная доля вопросов последней мили является однородной, и поэтому решается автоматически и дешево. Это позволяет группировать транспортные потоки, задействовать для них наиболее производительные решения и тем самым, за счет эффекта масштаба, значительно повышать производительность всей системы. Это в конечном итоге и порождает магистрали. Кроме того, безостановочный режим движения без разгонов и торможений приводит к снижению расходов энергии и, следовательно, к удешевлению поездки.

Однако не всегда удается реализовать этот потенциал. Стоимость путевой инфраструктуры очень велика. Поэтому в большинстве случаев общество не может себе позволить две дороги, идущие в одном направлении. В результате в России сейчас нет чисто транзитных перемещений. Самые скоростные на данный мо-

мент «Сапсаны» используют общую сеть ЖД, что создает значительные помехи для организации остального движения.

Отдельной и очень важной предпосылкой для организации магистрали является наличие достаточного объема транзитного трафика, который наиболее прост и удобен для обработки. К сожалению, такая ситуация встречается не часто. Почти все существующие магистрали вынуждены для самоокупаемости активно задействовать и местный трафик, что предполагает наличие частых станций, съездов и входов в сеть, различного вида транспортных накопителей и сортировщиков, дублеров основных направлений и связей между ними, прочих объектов инфраструктуры, не относящихся собственно к перевозке. Но чем больше таких объектов, тем менее магистральным становится характер дороги и тем более дорогостоящим становится перевозка. Что является врожденным противоречием для любой магистрали.

Транзитные магистрали могут возникнуть лишь при совпадении ряда редких факторов. Главным из них является наличие достаточного транзитного трафика и платежеспособного спроса на него. Так, высокоскоростные магистрали (ВСМ) на магнитном подвесе возникли лишь на территориях с высокой плотностью населения и высокими доходами. Например, в Индии отсутствие ВСМ обуславливается невысоким уровнем жизни населения, а в Сибири - низкой плотностью населения.

Перевозки на длинные расстояния в небольших количествах присутствуют практически на любой территории. По мере увеличения плотности населения и деловой активности их объем растет, что является предпосылкой для их агрегирования и возникновения выделенной транзитной магистрали. В литературе накоплен большой опыт из разных областей, и не только из транспорта, когда на определенном этапе развития отдельные существующие сети становились более быстрыми и (или) качественными. Это приводило к вложенной иерархии сетей, что значительно повышало их производительность [10].

Аналогия с автомобильными платными дорогами

В последние десятилетия в мире стали активно появляться автомобильные платные дороги. Если не учитывать различные объезды городов и узкие места, то большинство таких дорог являются транзитными по своей сути. Они отделены от общей сети и въезд на них возможен только при дополнительной оплате. Хотя ЖД и автомагистрали представляют разные виды транспорта, но, с точки зрения феномена транзитных магистралей, процессы в них протекают очень похожие.

Несмотря на то что стоимость проезда по платным дорогам выше, чем по обычным дорогам, они активно развиваются. Популярность этой услуги объясняется, прежде всего, большей скоростью, но также и такими плохо формализуемыми характеристиками, как комфорт, меньшая усталость, безопасность, удобство для водителя, которым, тем не менее, при желании можно дать ту или иную денежную оценку. Все эти факторы привели к тому, что отдельные транзитные автомобильные дороги стали возможны как самостоятельный бизнес.

Для ЖД с этой точки зрения ситуация выглядит еще более привлекательной, поскольку тарифы по ним

должны быть не выше, как у автомобильных дорог, а наоборот, ниже. При этом скорость и прочие удобства также имеют место быть. Однако на практике, кроме ВСМ, транзитных железнодорожных магистралей в мире почти нет. Для объяснения этого можно упомянуть несколько причин.

В России очень распространена точка зрения, что ОАО «РЖД» является естественной монополией. Отчасти это обусловлено тем фактом, что любые компании, которые основаны на транспортных сетях, очень зависят от эффекта масштаба. Можно методами математического моделирования показать, что если у одной компании число узлов сети больше, чем у другой, то у нее будут лучшие финансовые показатели. Это создает предпосылки для поглощения конкурентов и, соответственно, возникновения монополии.

Однако во всем мире множество примеров, где ЖД не является единой монополией. Причем не в периферийных регионах с точки зрения технического прогресса, а в самых развитых странах. Например, в США территория разбита между региональными операторами. Но в России стремление к монополии закреплено в ряде законодательных норм, не говоря уже о явном и мощном противодействии со стороны ОАО «РЖД». Все проводимые реформы с начала перестройки так и не смогли выделить независимых собственников инфраструктуры и, прежде всего, путевого хозяйства.

С формальной точки зрения, в России имеется большое количество ведомственных путей, не принадлежащих компании «РЖД». Но они преимущественно осуществляют функции локальных внутрикорпоративных перемещений и вывоза своей продукции до общей сети РЖД. При этом временами они могут быть достаточно протяженным. Так, линия ЖД «Улак — Эльга» до крупнейшего в России месторождения коксующегося угля составляет 321 км. Но эти дороги не являются значимыми с точки зрения общей сети и являются, как правило, тупиковыми. К тому же они обычно относительно слабо загружены, что порождает проблемы с финансовой отдачей. Поэтому они часто не интересны для компании «РЖД».

Необходимо понимать, что транзитные магистрали перетянут на себя значимую долю текущих перевозок РЖД, причем наиболее коммерчески выгодных длинных перевозок. Т.е. совокупный эффект для всей экономики требует более сложного расчета, а не только для самой транзитной магистрали. Но необходимо отметить, что более низкие тарифы при этом приведут к росту общего спроса, который может оказаться значительным.

ОАО «РЖД» находит веские аргументы против возникновения в России независимых ЖД. Однако первоначально является желание компании самостоятельно осуществлять транзитные перевозки по специальным транзитным тарифам, компенсируя их более низкую стоимость из общих доходов за счет других перевозок. Т.е. полностью смоделировать по тарифам транзитную магистраль, но внутри компании. Технически это возможно, но необходимо понимать, что при этом не произойдет выделения путей, что по факту будет означать сохранение многих затрат, которые могли бы быть устарены. Другими словами, себестоимость перевозок не снизится в должной степени.

Высокоскоростные магистрали против экономных магистралей

Как говорилось ранее, в мире практически отсутствуют выделенные транзитные железнодорожные магистрали. Одним из исключений являются ВСМ.

Это может породить неверное представление, что именно они и являются целевыми для транзитных перевозок. Однако это не всегда так. Прежде всего, они не являются обычной ЖД. И зачастую по ним даже нельзя передвигаться как по общей сети. Это верно не только для поездов на магнитном подвесе, но порой и для обычных локомотивов, поскольку для движения с высокой скоростью требуются пути более высокого качества. Это создает серьезные проблемы для коммуникации между транзитными и площадными сетями, что может поставить крест на самой идее транзита.

Главным преимуществом ВСМ является скорость. Особенно это важно для перевозки пассажиров и отдельных категорий срочных и ценных грузов. По этой причине ВСМ также подходят для транзитных типов магистралей. Но не бывает преимуществ без недостатков.

Движение с высокой скоростью невозможно без резкого увеличения расходов энергии. Прежде всего, дополнительная энергия требуется на преодоление силы воздушного сопротивления [11], которое растет приблизительно как куб от скорости движения. Также повышается сила трения качения колес, возникают различные паразитные колебания конструкций. В результате расходы на энергию могут вырасти в такой степени, что сделают бессмысленным дальнейшее увеличение скорости исключительно по экономическим соображениям [12]. Например, в последние годы появились морские танкеры, которые двигаются с меньшей крейсерской скоростью, исключительно для экономии топлива, хотя это удлиняет время транспортировки.

Эти соображения верны также и для ВСМ, что еще с 19 века привлекало внимание инженеров. Особо следует выделить различные технические решения по движению поездов внутри труб с пониженным внутри них давлением. Это позволяет снизить сопротивление воздуха. Самый последний пример в этом направлении был связан с именем американского инновационного инвестора И. Маска. Однако и он, как все предыдущие подобные проекты, пока не стал массовым. Причина кроется в высокой стоимости подобных конструкций, которые соизмеримы с экономией на энергии.

Нельзя не отметить такой важный момент, как существенное усложнение технических решений, используемых в ВСМ. Например, резко возрастают требования к качеству путей с целью предотвратить возможные колебания. На больших скоростях они начинают обладать разрушительной силой. В свою очередь, это опять приводит к дополнительным расходам на инфраструктуру.

Рост скорости приводит не только к увеличению затрат на транспортировку. Снижается полезная отдача от самого транспорта. Здесь дополнительной трудностью является тот факт, что оценить полезность той или иной поездки в количественных показателях достаточно затруднительно и даже невозможно без привлечения некоторой субъективности при оценке. При высоких скоростях неизбежно повышаются расстояния между остановками, и соответственно сокращается их количество.

Количество населения вокруг этих остановок в некотором радиусе тем самым также сокращается. Другими словами ВСМ может воспользоваться меньшее число людей, чем на обычных ЖД.

Комбинация преимуществ и недостатков высокой скорости движения может приводить к противоположным решениям для той или иной территории с учетом их внутренних особенностей. Одно и то же техническое решение может оказаться как полезным, так нерациональным в разных местах.

По этим причинам ВСМ, хотя существуют уже более полувека, но пока их роль и доля в мировом грузообороте остается ограниченной. Они преимущественно ориентируются на более дорогих пассажиров, хотя и для них не стали основными. Более того, по-прежнему даже остаются сомнения в том, что этот вид транспорта останется в ближайшем обозримом будущем конкурентоспособным, и что он имеет право на свою экологическую нишу в области перевозок.

Для поездок на длинные расстояния от нескольких тысяч километров ВСМ менее предпочтительно, чем воздушный транспорт, который обладает еще более высокой скоростью. Он позволяет в большей степени экономить время, что является критически важным для пассажиров. В частности, маловероятно, что будут пользоваться большим спросом поездки на ВСМ из Западной Европы в Китай и (или) в обратном направлении, поскольку они будут занимать не менее трех - четырех суток. Если подобная ВСМ вообще будет когда-либо построена.

Стоимость километра ВСМ в разы и даже порой на порядок превосходит стоимость обычных путей ЖД. Поэтому себестоимость перевозок на них также в разы превосходит себестоимость обычных железнодорожных билетов. Эти соотношения могут значительно искажаться государственной тарифной политикой, которая обычно предпочитает развивать более высокотехнологичные виды транспортов, и поэтому нередко предоставляет ВСМ различные льготы и трансферты. Но к транспорту подобные действия уже не имеют прямого отношения.

Из-за более высокой стоимости ВСМ предпочитают обычные ЖД. В частности, по этой причине практически все грузы, которые в большинстве своем оплачиваются по более дешевым тарифам, чем пассажиры, практически исключены для ВСМ. Поэтому для грузовых сообщений выделение транзитных магистралей ЖД должно происходить не по фактору скорости, а по более низким тарифам на тонно-километр пути.

Выводы

В статье показано снижение железнодорожного тарифа на транзитных магистралах по сравнению с существующими сетями ЖД. Из этого можно сделать следующие выводы:

- Транзитные магистрали наиболее эффективны на выделенной из общей сети инфраструктуре ЖД.
- Транзитные ЖД могут обладать на отдельных направлениях инвестиционной привлекательностью для независимых собственников, что повышает приток капитала в отрасль.
- Процессы централизации и концентрации с современной экономике создают предпосылки для возникновения транзитных ЖД обычного типа в виде независимых компаний.

Литература

1. Бобрик Л.П., Бобрик П.П. Локальные факторы в определении оптимальной структуры магистральной транспортной сети. // *Транспорт: наука, техника, управление*. - 2016. - №11. - С. 28-31.
2. С.А. Тархов. Эволюционная морфология транспортных сетей. Смоленск-Москва: Издательство «Универсум», 2005. - 384 с.
3. Транспортные коридоры шелкового пути: потенциал роста грузопотоков через ЕАЭС. Доклад 49. - СПб: Евразийский банк развития. Центр интеграционных исследований, 2018. - 74 с. ISBN 978-5-906157-43-0.
4. Дроздов Б. В. Новый шелковый путь и транзитный потенциал России. // Научно-образовательный сайт Rema. - [Электронный ресурс]. URL: http://www.rema44.ru/seminar/papers/2015/drozдов_shp.doc. (дата обращения 22/03/2017)
5. Транспорт и ИКТ. 2017. Реформа железных дорог: Сборник материалов по повышению эффективности сектора железных дорог. Вашингтон, округ Колумбия: Всемирный банк, лицензия Creative Commons Attribution CC by 3.0. / Transport and ICT Global Practice. Международный банк реконструкции и развития. / Всемирный банк 1818 H Street NW, Washington DC 20433.
6. Mackinder, H.J. The geographical pivot of history// *The Geographical Journal*, 1904, 23, pp. 421-437.
7. Бобрик П.П. Влияние дальности поездки на плотность структуры регулярных транспортных сетей. // *Вестник МАДИ*. - 2015. - N4(43). - С.46-50.
8. Гасников А.В., Кленов С.Л., Нурминский Е.А., Холодов Я.А., Шамрай Н.Б. Введение в математическое моделирование транспортных потоков. Под ред. А.В. Гасникова. - М.: МЦНМО, 2013. - 430 стр., изд. 2.
9. R.L. Sakhapov. Mathematical model of highways network optimization. // *J. Phys.*: 2017, Conf. Ser. 936 012032
10. Евин И.А. Введение с теорию сложных сетей. // *Компьютерные исследования и моделирование*. - 2010. - Том 2, N2. - С. 121-141
11. Дроздов Б.В. Направления разработки физической экономики (применительно к транспортному комплексу). // *Электронное научное издание «Устойчивое инновационное развитие: проектирование и управление»*. 2014. - Том 10, № 2 (23). - С. 8 -94. - [Электронный ресурс]. URL: www.rypravlenie.ru/?p=2022&lang=en (дата обращения 22/03/2017)
12. Бобрик П.П. Энергетическая составляющая железнодорожного тарифа на коридорах шелкового пути. / *Транспорт России: проблемы и перспективы* - 2017. Материалы Международной научно-практической конференции, 14-15 ноября 2017 г. СПб: ИПТ РАН. - Санкт-Петербург. 2017. - 475 с. ISBN 978-5-9908209-6-8. - С. 391-394.

Сведения об авторе

Бобрик Петр Петрович, кандидат физ.-мат. наук, старший научный сотрудник. ФГБУН «Институт проблем транспорта имени Н.С. Соломенко Российской академии наук»,
199178, Россия, Санкт-Петербург, 12 линия В.О., дом 13.
Тел (8915)-288-6146
E-mail: Bobrikpp@mail.ru.

**ПОДХОДЫ К ОСВИДЕТЕЛЬСТВОВАНИЮ ПО ТЕПЛОТЕХНИЧЕСКИМ ПАРАМЕТРАМ
ЭКСПЛУАТИРУЕМЫХ ИЗОТЕРМИЧЕСКИХ ВАГОНОВ И КОНТЕЙНЕРОВ,
ПРИНАДЛЕЖАЩИХ РОССИЙСКИМ ОПЕРАТОРАМ**

Кандидат техн. наук **Васюкова Е.А.**,
кандидат техн. наук **Винокурова Т.А.**,
старший научный сотрудник **Давыдов Д.О.**,
ведущий научный сотрудник **Соколова Н.А.**
(Акционерное общество «Научно-исследовательский и проектно-конструкторский институт
информатизации, автоматизации и связи». АО «НИИАС»)

**APPROACHES TO INSPECTION OF OPERATED INSULATED WAGONS AND
CONTAINERS OWNED BY RUSSIAN OPERATORS BY THERMAL PROPERTIES**

Ph.D. (Tech.) **Vasyukova E.A.**,
Ph.D. (Tech.) **Vinokurova T.A.**,
Senior Researcher **Davydov D.O.**,
Senior Researcher **Sokolova N.A.**
(Joint-Stock Company «Research institute of informatization,
automation and communication». JSC «NIAS»)

Железнодорожный транспорт, освидетельствование вагонов и контейнеров, теплотехнические испытания.

Railway transport, inspection of wagons and containers, thermal tests.

Выполнена оценка объема, продолжительности и стоимости освидетельствования эксплуатируемых изотермических вагонов и контейнеров, принадлежащих российским операторам, в соответствии с СПС. Предложены подходы, которые позволят осуществить освидетельствование эксплуатируемых изотермических вагонов и контейнеров по теплотехническим параметрам с меньшими затратами. Предложенные подходы представляют интерес для Министерства транспорта РФ, операторов вагонов и контейнеров, а также организаций, занимающихся теплотехническими испытаниями изотермических вагонов и контейнеров.

The volume, duration and cost of inspection of operated insulated wagons and containers owned by operators in accordance with ATP are estimated. Approaches are proposed that will allow the inspection of operating insulated wagons and containers by thermal properties at lower cost. The proposed approaches to the inspection of operating insulated cars and containers are of interest to the Ministry of Transport of the Russian Federation, wagon and container operators, as well as thermal tests organizations.

Введение

Изотермические вагоны (рефрижераторные, вагоны-термосы, изотермические вагоны-цистерны) и изотермические контейнеры (рефрижераторные, термоизолированные) имеют кузов, оборудованный термоизоляцией. Рефрижераторные вагоны и контейнеры имеют устройства для охлаждения (холодильное оборудование) и обогрева (отопительное оборудование) грузового помещения (далее – термическое оборудование).

Особая конструкция кузова изотермических вагонов и контейнеров характеризуется следующими теплотехническими параметрами в соответствии с нормами Соглашения о международных перевозках скоропортящихся пищевых продуктов и о специальных транспортных средствах, предназначенных для этих перевозок (далее – СПС) [1]:

– общим коэффициентом теплопередачи кузова (далее – коэффициент K), определяющим изотермические свойства кузова;

– классом термического оборудования, определяющим эффективность работы устройств для охлаждения и обогрева грузового помещения.

Знание этих параметров позволяет грузоотправителю осуществить обоснованный выбор транспортного средства и технологии перевозки скоропортящегося груза, обеспечивающих сохранность его качества. Обоснованные действия грузоотправителя способствуют выполнению указов Президента Российской Федерации в области продовольственной безопасности [2-3].

Согласно [4] все изотермические вагоны и контейнеры должны быть освидетельствованы в соответствии с нормами СПС до 01 января 2022 года. Принадлежащие российским операторам изотермические вагоны и большинство изотермических контейнеров ранее не были освидетельствованы по нормам СПС. Требуется оценить объем, продолжительность и стоимость такого освидетельствования, а также предложить подходы, которые могут существенно снизить издержки, обеспечив, вместе с тем, достоверность теплотехнических параметров.

Оценка объема, продолжительности и стоимости освидетельствования в соответствии с СПС

Поскольку речь идет об эксплуатируемых изотермических вагонах и контейнерах, ранее не освидетельствованных по нормам СПС, разделы 5 и 6 добавления 2 к приложению 1 к СПС, устанавливающие контроль изотермических свойств и эффективности термического оборудования транспортных средств, находящихся в эксплуатации, неприменимы. Первоначально необходимо *освидетельствовать* указанные транспортные средства на основании результатов испытаний, требования к которым приведены в разделах 1-3 добавления 2 к приложению 1 к СПС.

В пункте 6 добавления 1 к приложению 1 к СПС четко прописан исключительный выборочный порядок освидетельствования, при котором не требуется испытывать *каждое* транспортное средство при первоначальном освидетельствовании. Он касается допущения *новых* транспортных средств, производимых *серийно в соответствии с определенным типом* (осуществляется путем проведения испытаний на образце данного типа). Если в течение шестилетнего периода серия транспортных средств насчитывает более 100 единиц, компетентный орган по СПС определяет, какая часть этих транспортных средств должна подвергаться испытаниям, но не менее 1 %. Указанный выборочный порядок не может быть применен к эксплуатируемым изотермическим вагонам и контейнерам, а, значит, их освидетельствование в строгом соответствии с СПС обязано осуществляться путем проведения испытаний с *каждым* транспортным средством.

В настоящее время в Российской Федерации, по данным Автоматизированного банка данных парка грузовых вагонов ОАО «РЖД» (АБД ПВ РЖД) [5], эксплуатируется около 5 тыс. изотермических вагонов и, по данным Ассоциации операторов рефрижераторного подвижного состава (АСОРПС), – более 6,5 тыс. изотермических контейнеров (<http://asorps.ru/f/analiz-rezevozok-spg.pdf>), принадлежащих российским операторам. Таким образом, для освидетельствования изотермических вагонов и контейнеров в строгом соответствии с СПС требуется провести не менее 10-11 тыс. испытаний (с учетом списания части вагонов и контейнеров). При этом испытания должны проводиться в **специализированной климатической камере**, которая в Российской Федерации существует только для автомобильных транспортных средств и может использоваться для испытаний изотермических контейнеров, но не изотермических вагонов.

Для каждого рассматриваемого транспортного средства должно быть определено значение коэффициента К (3-4 суток); для рефрижераторных вагонов и контейнеров дополнительно должна быть установлена эффективность работы термического оборудования (еще 1 сутки). Учитывая, что рефрижераторные вагоны и контейнеры составляют в России около половины всех изотермических вагонов и контейнеров, можно принять, что в среднем освидетельствование одного транспортного средства занимает по времени 3,5 суток. Тогда освидетельствование всех изотермических вагонов и контейнеров потребует около 35-38 тыс. кузовов-час, что, в свою очередь, потребует строительства примерно 50 камер, рассчитанных на установку одновременно двух транспортных средств, чтобы провести

освидетельствование в отведенное время (до 01 января 2022 года).

По оценке Министерства промышленности и торговли Российской Федерации, стоимость проекта по созданию камеры (без строительства) составляет 50 млн. рублей (Протокол заседания Рабочей группы по экспертной оценке предложений в концепцию ведомственного проекта (программы) развития холодильно-технологической цепи обработки, хранения и транспортирования водных биологических ресурсов от 09.10.2019 г. № 3-2019). За вычетом проектно-конструкторских работ и при максимальном импортозамещении примем ориентировочную стоимость такой камеры равной 100 млн. рублей. Тогда суммарный объем инвестиций должен составлять около 5 млрд. рублей с завершением строительства всех камер в 2020 году.

Стоимость одного испытания примем по данным ООО «ТЕРМОГАРАНТ» (<http://xn-80aahh9ajdoenj.xn-p1ai/price/>): определение значения коэффициента К – 62 тыс. рублей; проверка эффективности термического оборудования – 65 тыс. рублей. Для простоты примем среднюю стоимость освидетельствования одного транспортного средства – 90 тыс. рублей (с учетом того, что рефрижераторные вагоны и контейнеры составляют около половины всех изотермических вагонов и контейнеров). Тогда суммарные издержки владельцев и операторов транспортных средств составят 0,9-1,0 млрд. рублей за год. В них не включены расходы, связанные с временным изъятием транспортного средства из рабочего парка и перемещением к камере и обратно.

Таким образом, можно констатировать, что освидетельствование эксплуатируемых изотермических вагонов и контейнеров, принадлежащих российским операторам, в строгом соответствии с СПС потребует значительных капиталовложений со стороны государства и огромных расходов со стороны собственников транспортных средств. Приняв среднюю доходную ставку на перевозку скоропортящихся грузов в изотермических вагонах и контейнерах равной 2 тыс. рублей/тонну, суммарные доходы операторов с учетом объема перевозок грузов составляют порядка 5 млрд. рублей/год [6]. (О доходной ставке на скоропортящиеся грузы определяют по справке ЦФТО ОАО «РЖД» от 11.10.2017 № ИСХ-20509/ЦФТО).

При низкой маржинальности операторов изотермических вагонов и контейнеров издержки приведут к их массовому разорению. (В соответствии с данными АСОПС, с 2016 г. маржинальность отрицательна по мороженой рыбе, составляющей 25 % рынка скоропортящихся грузов, перевозимых в изотермических вагонах и контейнерах. Ставки на предоставление подвижного состава для перевозок рыбы и рыбной продукции в направлении Владивосток – Москва определяется по справке АСОПС от 01.08.2019 № 172).

Помимо высокой стоимости освидетельствование эксплуатируемых изотермических вагонов и контейнеров в строгом соответствии с СПС является неэффективной мерой в связи с высоким показателем их износа. Так, подавляющее большинство российских изотермических вагонов эксплуатируются в настоящее время с продлением срока службы и к 2025 году будут списаны.

Несмотря на то что средний возраст рефрижераторных контейнеров, принадлежащих российским операторам, менее 8 лет (в соответствии со Справкой АСОПС от 30.05.2018 № 31), освидетельствование их

в строгом соответствии с СПС неэффективно по причине двойного освидетельствования. Чтобы быть допущенными к эксплуатации, все изотермические контейнеры обязаны соответствовать нормам ИСО 1496-II [7]. В соответствии с ними новые изотермические контейнеры проходят обязательное освидетельствование теплотехнических параметров, которое во многом дублирует нормы и требования СПС.

Высокая стоимость и значительные эксплуатационные издержки по освидетельствованию эксплуатируемых изотермических вагонов и контейнеров требуют новых подходов.

Новые подходы

Главной проблемой освидетельствования эксплуатируемых изотермических вагонов и контейнеров в строгом соответствии с СПС является невозможность использования выборочного характера испытаний, который в соответствии с СПС (пункт 6 добавление 1 к приложению 1) применяется только к **новым** транспортным средствам одного типа, изготавливаемым *серийно*. Полагается, что в связи с различными условиями эксплуатации изотермические свойства каждого вагона и контейнера изменяются индивидуально, и они, в свою очередь, влияют на эффективность работы термического оборудования в случае его наличия.

Новые подходы к освидетельствованию эксплуатируемых изотермических вагонов. В отношении изотермических вагонов с учетом развития информационных систем железнодорожного транспорта существует возможность комплексной оценки условий их эксплуатации с последующим выбором для испытаний тех из них, которые эксплуатировались наиболее интенсивно. Результаты испытаний указанных вагонов можно распространить на весь исследуемый сегмент парка, приняв для него худшие показатели (наибольшее значение коэффициента K ; худший КЭР – класс эффективности работы термического оборудования).

В качестве комплексной оценки условий эксплуатации i -го изотермического вагона исследуемого сегмента парка предлагается использовать подход, апробированный авторами данной статьи с 2014 по 2018 гг. при освидетельствовании теплотехнических параметров вагонов-термосов отдельных российских собственников:

$$\xi_i = \frac{V_i}{\sum V} + \frac{L_i}{\sum L} + \frac{T_i}{\sum T}, \quad (1)$$

где V_i , L_i , T_i – соответственно, количество груженых рейсов, суммарный пробег, км, (все – за время эксплуатации с даты изготовления вагона) и время эксплуатации, сутки, по i -му изотермическому вагону исследуемого сегмента парка; $\sum V$, $\sum L$, $\sum T$ – то же, суммарно по всем вагонам исследуемого сегмента парка.

В случае осуществления ремонта вагона с заменой термоизоляции кузова, время эксплуатации (для определения значений параметров V , L и T) принимается с даты окончания ремонта. В случае замены хладагента в рефрижераторных вагонах указанная часть парка должна быть выделена в отдельный сегмент.

Соответственно, для испытаний должны отбираться вагоны с максимальным значением ξ_i . Количество отбираемых вагонов должно устанавливаться не менее 1 % от серийно изготавливаемой партии одной модели,

принадлежащих одному собственнику (по аналогии с требованиями СПС).

Ввиду отсутствия камеры и в целях удешевления освидетельствования испытания по определению изотермических свойств кузова вагонов необходимо производить без камеры, помещая транспортное средство в выбранный ангар и следуя рекомендациям [8].

Определение эффективности работы термического оборудования рефрижераторных вагонов также может осуществляться без помещения рефрижераторного вагона в камеру с использованием следующих подходов.

1) Для установленного значения коэффициента K эффективность оборудования для обогрева, теплопроизводительность которого постоянна при любых условиях, можно определить без проведения отдельного испытания, выразив следующим неравенством:

$$\sum W_{ТЭН} > \frac{1,75 \cdot K_u \cdot S \cdot (t_{\theta \text{ отопл}}^* - t_n^*)}{\eta}, \quad (2)$$

где $\sum W_{ТЭН}$ – суммарная потребляемая электрическая мощность штатного оборудования для обогрева грузового помещения, Вт; 1,75 – коэффициент запаса, принятый по аналогии с требованиями СПС (пункт 3.4.7 добавления 2 к приложению 1); K_u – определенное в соответствии с [8] итоговое значение коэффициента K , Вт/(м²·К); S – измеренная в соответствии с [1] средняя поверхность кузова рефрижераторного вагона, м²; $t_{\theta \text{ отопл}}^*$ – расчетная температура воздуха в режиме отопления, которая должна поддерживаться внутри кузова вагона для рассматриваемого класса, °С; t_n^* – расчетная температура наружного воздуха в режиме отопления для рефрижераторного вагона рассматриваемого класса, °С; η – доля преобразования электрической энергии в тепловую (для эксплуатируемых в Российской Федерации рефрижераторных вагонов $\eta = 1,0$).

2) Определение эффективности оборудования для охлаждения грузового помещения производится путем компенсации расчетного теплопритока, обусловленного нормируемым перепадом средних температур снаружи и внутри кузова вагона. При несоответствии фактического перепада температур снаружи и внутри кузова вагона требованиям СПС недостающий теплоприток обеспечивается за счет размещения внутри грузового помещения вагона дополнительных электрических нагревателей. Потребная суммарная мощность дополнительных электрических нагревателей рассчитывается по формуле:

$$W_{\text{оол}} = K_u \cdot S \cdot \left[0,35 \cdot (t_{n \setminus \text{охл}} - t_{\theta \setminus \text{охл}}^*) + (t_{n \setminus \text{охл}} - \overline{t_{\text{нф} \setminus \text{охл}}}) \right], \quad (3)$$

где 0,35 – коэффициент запаса эффективности работы термического оборудования, предусмотренный в соответствии с СПС; $t_{n \setminus \text{охл}}$ – расчетная температура наружного воздуха в режиме охлаждения (в соответствии с [1], $t_{n \setminus \text{охл}} = \text{плюс } 30 \text{ } ^\circ\text{C}$); $\overline{t_{\text{нф} \setminus \text{охл}}}$ – средняя температура наружного воздуха во время проведения испытания на определение эффективности оборудования для охлаждения, °С; $t_{\theta \setminus \text{охл}}^*$ – расчетная температура воздуха в режиме охлаждения, которая должна поддерживаться внутри кузова вагона для рассматриваемого класса, °С.

Новые подходы к освидетельствованию эксплуатируемых изотермических контейнеров. По причине отсутствия достоверных эксплуатационных данных, используемых в выражении (1), эффективный отбор контейнеров для испытаний не может быть осуществлен в той же мере, как изотермических вагонов.

Вместе с тем, в отличие от изотермических вагонов все новые изотермические контейнеры прошли освидетельствование теплотехнических параметров по нормам ИСО [7]. Сравнение их с нормами СПС показывает полное соответствие в части определения изотермических свойств, а также возможность сближения (приведения к нормам СПС) установленной эффективности работы устройств охлаждения. Эффективность обогрева грузового помещения рефрижераторного контейнера может быть установлена без проведения отдельного испытания работы устройств (см. выражение (2)).

Таким образом, для освидетельствования изотермических контейнеров, прошедших первоначальное или повторное освидетельствование теплотехнических па-

раметров в соответствии с нормами и требованиями ИСО менее шести лет назад (меньше установленного в СПС периода контроля транспортных средств в процессе эксплуатации), достаточно использовать данные указанного освидетельствования. Освидетельствование изотермических контейнеров, прошедших первоначальное или повторное освидетельствование теплотехнических параметров в соответствии с нормами и требованиями ИСО более шести лет назад, может осуществляться с учетом предлагаемых подходов к освидетельствованию эксплуатируемых изотермических вагонов. Оно проводится путем выборочных испытаний не менее 1 % случайно отобранных контейнеров одной модели, принадлежащих одному владельцу (п.п. 5.3 iii, 6.6 ii добавления 2 к приложению 1 к СПС). Испытания могут проводиться в ангаре по специальной методике или в камере.

На рисунке 1 представлена схема предлагаемой модели освидетельствования изотермических вагонов и контейнеров по теплотехническим параметрам.

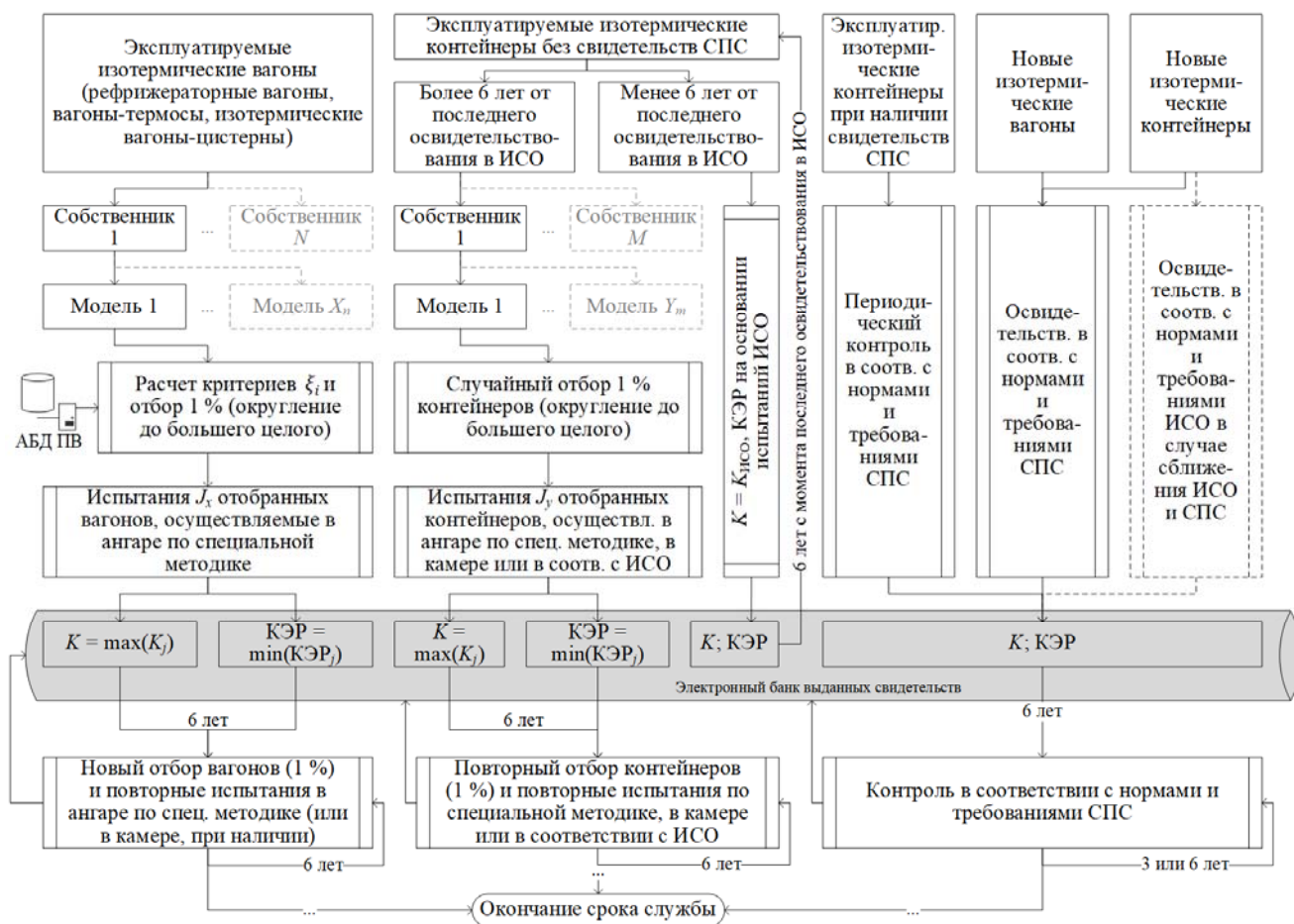


Рис. 1. Предлагаемая модель освидетельствования изотермических вагонов и контейнеров по теплотехническим параметрам

Особенности предложенных подходов

Предложенные подходы к освидетельствованию эксплуатируемых изотермических вагонов и контейнеров содержат как очевидные достоинства, так и ряд особенностей.

Главным достоинством является эффективное и недорогое освидетельствование эксплуатируемых изотермических вагонов и контейнеров по теплотехническим параметрам с достаточным для решения дальнейших технологических задач уровнем достоверности получаемых

данных и в установленные сроки [4]. По нашим оценкам, суммарная стоимость предложенной модели освидетельствования эксплуатируемого парка изотермических вагонов и контейнеров, принадлежащих российским операторам, составляет не более 30 млн. рублей (без учета расходов, связанных с временным изъятием из рабочего парка отобранных для испытаний транспортных средств и перемещением их к месту проведения испытаний и обратно). Это в 30 раз меньше, чем освидетельствование в строгом соответствии с СПС.

Если принять предлагаемое минимальное количество выборочных испытаний, то с учетом структуры парка изотермических вагонов и контейнеров и их принадлежности речь идет о 150-300 испытаниях для освидетельствования всех эксплуатируемых изотермических вагонов и контейнеров (более точно установить потребное количество испытаний можно при наличии точных данных по изотермическим контейнерам). Такое количество испытаний может быть выполнено за год двумя-тремя назначенными организациями, расположенными, например, в западной, центральной и восточной частях Российской Федерации для минимизации непроизводительных пробегов вагонов и контейнеров. Строительства 50 камер в данном случае не требуется. Для последующего освидетельствования и контроля новых изотермических вагонов и контейнеров достаточно строительства одной камеры с вводом внутрь железнодорожного пути.

Предложенные подходы имеют также особенности. В частности, не предполагается получения свидетельств СПС на эксплуатируемые в настоящее время изотермические вагоны и контейнеры, требуются внесение изменений в [4], а также разработка временного порядка освидетельствования и контроля эксплуатируемых изотермических вагонов и контейнеров.

Выводы

Предложены новые подходы к освидетельствованию теплотехнических параметров эксплуатируемых изотермических вагонов и контейнеров, принадлежащих российским операторам, которые дешевле и эффективнее в сравнении с требованиями СПС.

Особенности обозначенных подходов не критичны в свете реализации основных требований [4], связанных с обеспечением качества и безопасности при перевозке скоропортящихся грузов. Так, наличие свидетельств СПС необходимо только при осуществлении международных перевозок скоропортящихся грузов и при наличии соответствующего контроля принимающей стороны. С появлением новых изотермических вагонов и контейнеров, а также утилизацией списанного парка доля временных свидетельств парка изотермических вагонов и контейнеров, которые предлагается освидетельствовать с применением новых подходов, будет снижаться, доля парка, освидетельствованного согласно СПС, (при условии постройки камеры) будет расти.

Литература

1. Соглашение о международных перевозках скоропортящихся пищевых продуктов и о специальных транспортных средствах, предназначенных для этих перевозок (СПС). Режим доступа: http://www.unece.org/fileadmin/DAM/trans/main/wp11/ATP_publication/2017/ATP_R_ECE_TRANS_271_WEB.pdf (последнее обращение 22.03.2020 г.).

2. Указ Президента Российской Федерации от 21 января 2020 года № 20 «Об утверждении Доктрины продовольственной безопасности Российской Федерации» // СЗ РФ. – 2020. – № 4. – Ст. 345.

3. Указ Президента Российской Федерации от 07.05.2018 г. № 204 «О национальных целях и стратегических задачах развития Российской Федерации на период до 2024 года» // СЗ РФ. – 2018. – № 20. – Ст. 2817.

4. Правила перевозок железнодорожным транспортом скоропортящихся грузов: утв. приказом Минтранса России № 66 от 04 марта 2019 года.

5. Методические положения по ведению автоматизированного банка данных парка грузовых вагонов ОАО «РЖД»: утв. вице-президентом ОАО «РЖД» 28.03.2013 г., № 748р.

6. ООО «Инфра Проекты». Исследование рефрижераторной логистики России. Все виды подвижного состава и перевозок. – М., 2019. – 59 с.

7. ISO 1496-2:2018 Series 1 freight containers – Specification and testing – Part 2: Thermal containers // ISO/TC 104/SC 2, 2018. 52 с.

8. Давыдов Д.О. Методика расчета общего коэффициента теплопередачи кузова специального транспортного средства для перевозки скоропортящихся грузов // Вестник ВНИИЖТ, 2019. – № 4(78). – С. 249–256.

Сведения об авторах

Васюкова Елена Алексеевна, к.т.н., начальник лаборатории управления перевозками продовольственных и скоропортящихся грузов, АО «НИИАС», 109029, Россия, Москва, ул. Нижегородская, д. 27. Тел. +7 (495) 967-77-01 доб. 591, e-mail: e.vasukova@vniias.ru.

Винокурова Татьяна Алексеевна, к.т.н., начальник отделения грузовой и коммерческой работы, АО «НИИАС». Тел. +7 (985) 232-97-10, e-mail: t.vinokurova@vniias.ru

Давыдов Денис Олегович, старший научный сотрудник, лаборатория управления перевозками продовольственных и скоропортящихся грузов, АО «НИИАС». Тел. +7 (926) 583-02-08, e-mail: d.o.davydov@gmail.com.

Соколова Наталья Анатольевна, ведущий научный сотрудник, лаборатория управления перевозками продовольственных и скоропортящихся грузов, АО «НИИАС». Тел. +7 (495) 967-77-01 доб. 592, e-mail: n.sokolova@vniias.ru.

О НЕТОЧНОСТИ ФОРМУЛЫ ВОЗДУШНОГО СОПРОТИВЛЕНИЯ ПРИ ДВИЖЕНИИ ВАГОНА ПО ПРОФИЛЮ СОРТИРОВОЧНОЙ ГОРКИ

Доктор техн. наук, профессор **Туранов Х.Т.**
(Ташкентский государственный технический университет
имени Первого Президента Узбекистана Ислама Каримова. ТашГТУ)
Канд. техн. наук, доцент **Гордиенко А.А.**
(Уральский государственный университет путей сообщения. УрГУПС)
ассистент **Саидивалиев Ш.У.**,
ассистент **Джаббаров Ш.Б.**
(Ташкентский институт инженеров железнодорожного транспорта. ТашИИТ)

ABOUT INACCURACY OF THE FORMULA OF AIR RESISTANCE AT MOVEMENT OF THE CAR ON A PROFILE OF THE MARSHALLING HUMP

Doctor (Tech.), Professor **Turanov Kh.T.**
(Tashkent state technical University named after the First President
of Uzbekistan Islam Karimov, Tashkent, Uzbekistan)
Ph. D. (Tech.), Assistant Professor **Gordienko A.A.**
(Urals State University of Railway Transport)
Assistant **Saidivaliev Sh.U.**,
Assistant **Djabbarov Sh.B.**
(Tashkent Institute of Railway Transport Engineers)

Железнодорожная станция, сортировочная горка, вагон, встречный ветер, корректная формула для определения относительной скорости частиц воздуха при воздействии встречного ветра.

Railway station, marshalling hump, car, headwind, correct formula for determining the relative velocity of air particles when exposed to headwinds.

В статье замечено, что учет встречного ветра, оказывающего лобовое сопротивление движению вагона по профилю горки, в нормативно-техническом документе осуществлено с недопустимо грубыми ошибками. В данной работе получена формула относительной скорости частиц воздуха при воздействии встречного ветра. Результатами расчетов доказаны грубые ошибки, допущенные при построении математической модели учета воздействия попутного и/или встречного ветра в нормативно-техническом документе. Это окончательно сводит на нет практическую значимость применения в горочных конструктивных и технологических расчетах формулы для нахождения сопротивления движению вагона от воздушной среды и ветра в указанном документе.

In the article, it is noted that the account of the headwind that provides frontal resistance to the movement of the car along the profile of the hump in the normative and technical document is carried out with unacceptably gross errors. In this paper, the formula is obtained the relative velocity of air particles under the influence of a headwind. The results of calculations proved gross errors made when constructing a mathematical model for accounting for the impact of tailwind and/or headwind in the regulatory and technical document. This finally negates the practical significance of using the formula for finding the resistance to the movement of the car from the air and wind in the specified document in the hill design and technological calculations.

Актуальность проблемы

Проблема динамики вагона по уклонам сортировочной горки общеизвестны в [1 – 17]. Продолжая обсуждать некорректность формул воздушного сопротивления, изложенных в [11 – 16], как и в [17], заметим, что учёт сопротивления движению вагона от воздушной среды и ветра $\omega_{св}$ (или $\omega_{вс}$) путём разделения их направления воздействия, как способствующее ускоренному движению вагона (попутный ветер) и как оказывающее сопротивление движению вагона (встречный ветер), согласно формулам (4.2) – (4.8) в [15], определено с учётом попутного и/или встречного ветра со знаками, соответственно, «минус» и/или «плюс». Учёт встречного ветра, оказывающего лобовое сопротивление

с недопустимо грубыми ошибками в [15], к сожалению, рекомендовано выполнить по формулам (4.5) и (4.7) и/или, что одно и то же, по формуле (8) в [17].

Формулировка задачи - результатами расчётных данных доказать некорректность существующей методики горочных расчетов по формулам (4.5) и (4.7) в [15].

Методы решения задачи. Решение прикладной задачи представлено методами тригонометрии [8] аналогично формуле (10) в [17] при встречном ветре.

Математическое описание решения задачи

1. Для доказательства некорректности равенства (4.5) в [15] (и/или формулы (8) в [17]) представим теорему

косинусов [8] аналогично формуле (10) в [17] при встречном ветре (см. ΔAB_1C_1 на левой части рис. 1) в следующем виде:

$$c^2 = a^2 + b^2 - 2ab \cos C_1. \quad (1)$$

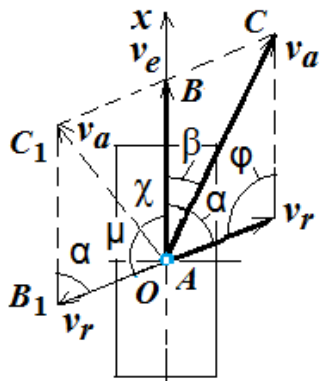


Рис. 1. Направления векторов скоростей

Обозначения на рис. 1 такие же, как и на рис. 3 в [17].

Принимая во внимание, что $c = v_a$, $a = v_e$, $b = v_r$, угол $C_1 = \alpha$ (см. рис. 1а в [17]):

$$v_a^2 = v_e^2 + v_r^2 - 2v_e v_r \cos \alpha, \quad (2)$$

где α – находят по формуле (17) в [17].

Из последнего равенства получим следующее квадратное уравнение:

$$v_r^2 - 2v_e \cos \alpha \cdot v_r + (v_e^2 - v_a^2) = 0. \quad (3)$$

Решая (3), получим:

$$v_{r1,2} = v_e \cos \alpha \pm \sqrt{(v_e \cos \alpha)^2 - (v_e^2 - v_a^2)}. \quad (4)$$

Анализ (4) показывает, что при воздействии встречного ветра относительная скорость частиц воздуха v_r зависит от величины переносной скорости вагона v_e и скорости ветра по отношению к земле v_a , а также угла α (см. левую часть рис. 1). Т.е. $v_r = f(v_e, v_a, \alpha)$, в то время как по формуле (9) в [17] v_r определяют по зависимости: $v_r = f(v_e, v_a, \beta)$.

Далее, принимая во внимание, что, согласно рис. 1, $a = v_e$, $b = v_r$, $c = v_a$ и угол $A = \alpha$, представим теорему косинусов аналогично формуле (1) при встречном ветре (см. ΔAB_1C_1 на рис. 1) в следующем виде:

$$v_e^2 = v_a^2 + v_r^2 - 2v_a v_r \cos \alpha, \quad (5)$$

где угол α находят по формуле (17) в [17].

Из последнего равенства получим следующее квадратное уравнение:

$$v_r^2 - 2v_a \cos \alpha \cdot v_r + (v_a^2 - v_e^2) = 0. \quad (6)$$

Решая уравнение (6), получим иную конечную аналитическую формулу для определения относительной скорости v_r частиц воздуха:

$$v_{r1,2} = v_a \cos \alpha \pm \sqrt{(v_a \cos \alpha)^2 - (v_a^2 - v_e^2)}. \quad (7)$$

Сравнивая формулу (3) и/или (4) и (6) и/или (7) с формулой (17) в [17] со знаком «плюс» для встречного ветра, можно утверждать наличие неоспоримо грубой

ошибки, допущенной в равенстве (4.5) в [15] из-за неверной трактовки теоремы косинусов [18], что и требовалось доказать как неточность формулы (4.5) в [17].

2. Для доказательства абсурдности равенства (4.5) в [15] и/или формулы (9) в [17] представим математическую запись теоремы в векторном виде о сложении скоростей при сложном движении [19]:

$$\bar{v}_a = \bar{v}_e + \bar{v}_r. \quad (8)$$

2.1. Докажем ошибочное представление о том, что с допустимой погрешностью при углах $\beta < 30^\circ$ (хотя допустить такую ошибку невозможно) можно выполнять расчёты относительной (результатирующей) скорости вагона с учётом направления ветра по формуле (4.7) в [15]:

$$v_{от} = v \pm v_B,$$

что равносильно формуле

$$v_r = v_e \pm v_a, \quad (9)$$

где знак «плюс» дается при встречном ветре, а «минус» – при попутном.

Отсюда ясно, что относительная скорость частиц воздуха v_{r3} (что равносильно воздействию сопротивления от воздушной среды и ветра $\omega_{св} = w_{св}$) имеет смысл лишь тогда, когда проекция скорости попутного ветра v_a всегда меньше, чем скорость движения вагона v_e , т.е. когда соблюдается строгое неравенство: $v_a < v_e$, в противном случае – не имеет смысла.

2.2. Для доказательства некорректности формулы (9) и/или (4.7) в [15] предположим, что вагон движется по направлению ветра. В этом случае проекция вектора скорости на ось Ox (см. правую часть рис. 1) имеет вид:

$$v_a \cos \beta = v_e + v_{rx},$$

откуда

$$v_{r,x} = v_a \cos \beta - v_e, \quad (10)$$

или, учитывая допущение равенства $\cos \beta$ нулю при $\beta < 30^\circ$ (что в принципе недопустимо), получим:

$$v_{r,x} = v_a - v_e. \quad (11)$$

Формула (11) отличается от формулы (9) знаками v_e и v_a , причём формула (9) имеет смысл при $v_a < v_e$, а формула (11) – при $v_a > v_e$.

2.3. Оговоримся, что если ветер встречный (см. пунктирную линию на левой части рис. 1), то, согласно правилу вычитания векторов [19], векторное уравнение примет вид:

$$\bar{v}_r = \bar{v}_e - \bar{v}_a. \quad (12)$$

Проекция векторного уравнения (12) на ось Ox при встречном ветре имеет вид:

$$v_{r,x} = v_e - v_a \cos \chi,$$

где χ – угол между направлениями векторов скоростей встречного ветра v_a по отношению к земле и скоростью движения вагона v_e (см. рис. 1): $\chi = (\pi/2 - \beta)$.

Учитывая формулу приведения $\cos\chi = \cos(\pi/2 - \beta) = \sin\beta$ [18], перепишем последнюю формулу в виде:

$$v_{r,x} = v_e - v_a \sin \beta. \quad (13)$$

Принимая во внимание, согласно (4.7) в [15], допущение о том, что при $\beta < 30^\circ$ (что недопустимо, поскольку $\sin\beta = 0,5$), получим:

$$v_{r,x} = v_e - v_a. \quad (14)$$

Отсюда ясно, что уточнённая формула (14) отличается от формулы (9) знаками v_a , причём формула (14) имеет смысл лишь при $v_a < v_e$.

Сравнивая формулы (13) и (14) с формулой (9) можно убедиться в некорректности математической записи (отличающейся знаками попутного и встречного ветра), допущенной в формуле (4.7) в [15], что и требовалось доказать.

Для достоверности корректности и/или некорректности выполненных аналитических исследований по построению математических моделей движения вагона при воздействии встречного (в частном случае и для попутного) ветра сравнительно с формулами (4.5) – (4.7) в [15] приведем следующие примеры расчёта.

Пример расчёта 1

1.1. Вычислим относительную скорость частиц воздуха v_{r2} по формуле (9) и/или (4.7) в [15] для попутного ветра, м/с:

$$v_r = v_e - v_a = 2,475 - 2,9 = -0,425.$$

Здесь отрицательный знак величины относительной скорости частиц воздуха v_r означает некорректность формулы (4.7) в [15], поскольку это будет соответствовать отсутствию воздействия на движение вагона сопротивления от воздушной среды и ветра ($w_{вс}$ и/или $\omega_{св}$).

Подсчет продольной проекции относительной скорости частиц воздуха v_{r1x} производим по формуле (10), м/с:

$$v_{r1x} = v_a \cos(\beta) - v_e = 2,9 \cdot 0,866 - 2,475 = 0,036.$$

Произведем расчет продольной проекции относительной скорости частиц воздуха v_{r2} по скорректированной формуле (11), м/с:

$$v_{r2} = v_a - v_e = 2,9 - 2,475 = 0,425.$$

Заметим, что относительная ошибка в расчёте продольной проекции относительной скорости частиц воздуха v_{r2} по формуле (11), когда пренебрегают значением $\cos(30^\circ) = 0,866$ по сравнению с формулой (10), составляет $\delta v_{r3} = 91,42\%$, что подтверждает неправильность формулы (9) и/или (4.7) в [15] применительно к воздействию попутного ветра.

1.2. Как известно, сопротивление движению вагона от воздушной среды и ветра $\omega_{св}$ определяют по формуле (4.2) в [15]:

$$\omega_{св} = c v_{от}^2 = c v_r^2, \quad (15)$$

где c – приведенный коэффициент воздушного сопротивления неизвестной размерности, определяемый для одиночного вагона по эмпирической формуле (4.3) в [15]:

$$c = \frac{17,8 c_x S}{(273 + t) q} \quad (16)$$

с учётом того, что в ней $q = 92,559$ – вес вагона с грузом, тс (размерность в системе единиц МКГСС согласно [15]).

Особо отметим, что формула (16) имеет странную размерность в виде произведения эмпирической величины c неизвестной размерности на относительную скорость частиц воздуха v_r в квадрате (м/с)².

1.2.1. Подставляя исходные данные в формулу (16), получим величину физического параметра c неизвестной размерности:

$$c = \frac{17,8 \cdot 1,6 \cdot 8,5}{(273 + 30) \cdot 90,8} = 0,0086.$$

1.2.2. Произведём расчёт удельного сопротивления от воздушной среды и ветра $\omega_{св}$ на движение вагона при воздействии попутного ветра, кгс/тс (размерность в системе единиц МКГСС согласно [15]):

по формулам (4.2) и (4.5) в [15] и (2) и/или (9) в [17] –

$$\omega_{св} = c v_r^2 = 0,0086 \cdot 1,451^2 = 0,018;$$

по формулам (4.2) в [15] и (10) –

$$\omega_{св} = c v_r^2 = 0,0086 \cdot 0,036^2 = 1,0 \cdot 10^{-5} = 0.$$

Результаты расчётов по определению величин удельного сопротивления движению вагона от воздушной среды и ветра $\omega_{св}$ при воздействии попутного ветра по формуле (4.2) в [15] оставим без комментариев.

Используя систему **Matchad** [20], построим графическую зависимость $\omega_{св} = f(\beta)$, варьируя значением угла β между скоростью движения вагона v_e и скоростью ветра по отношению к земле v_a , в пределах от 10° до 90° с шагом $\Delta\beta = 5^\circ$ (рис. 2).

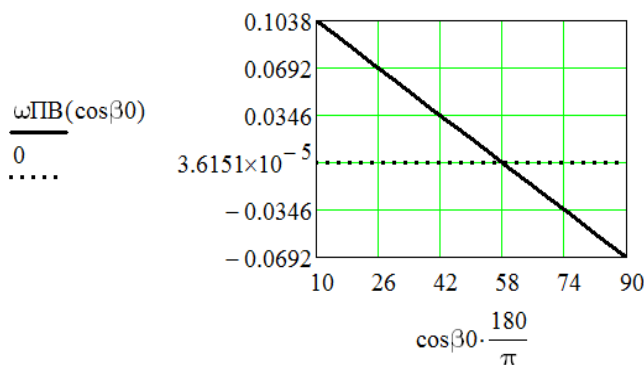


Рис. 2. Графическая зависимость $\omega_{св} = f(\beta)$

Анализируя характер зависимости $\omega_{св} = f(\beta)$ отметим, что эта зависимость, нелинейно убывающая в соответствии с формулой (4.2) и (4.5) в [15] и/или (9) в [17], начиная при значении угла $\beta = 57^\circ 29'$, при котором угол $\alpha = 0$ (см. пояснение к рис. 6 в [17]).

При этом при $\beta \geq 60^\circ$ значение $\omega_{св} < 0$, т. е. получается отрицательный результат, означающий бессмысленность применения формулы (4.2) и (4.5) в [15] и/или (9) в [17].

Пример расчёта 2

Исходные данные примера при учёте воздействия встречного ветра такие же, как и в примере расчёта 1 в [17]. Изложим результаты расчёта, выполненные в системе **Matchad** [20].

2.1. Подставляя исходные данные в формулу (4.5) в [15] и/или (9) в [17], получим относительную скорость частиц воздуха v_{r1} , м/с:

$$v_{r2} = \sqrt{v_e^2 + v_a^2 + 2v_e v_a \cos \beta} = \\ = \sqrt{2,475^2 + 2,9^2 + 2 \cdot 2,475 \cdot 2,9 \cdot (0,866)} = 5,193.$$

Построим графическую зависимость $v_{rвв} = f(\beta)$, варьируя значение угла β между скоростью движения вагона v_e и скоростью ветра по отношению к земле v_a в пределах от 10° до 90° с шагом $\Delta\beta = 5^\circ$ (рис. 3).

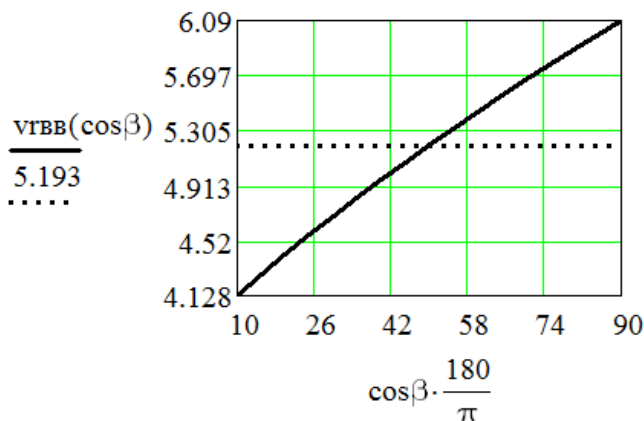


Рис. 3. Графическая зависимость $v_{rвв} = f(\beta)$

При этом зависимость $v_{r1} = f(\beta)$ почти нелинейно возрастает в соответствии с формулой (9) в [17] при β в пределах от 10° до 90° .

2.2. Отыщем ту же относительную скорость частиц воздуха v_{r2} по конечной аналитической формуле (4), м/с:

$$v_{r2} = v_e \cos \alpha + \sqrt{(v_e \cos \alpha)^2 - (v_e^2 - v_a^2)} = 2,475 \cdot (0,8781) + \\ + \sqrt{(2,475 \cdot (0,8781))^2 - (2,475^2 - 2,9^2)} = 4,82.$$

Произведем расчёт второго корня уравнения (4):

$$v_{r2} = v_e \cos \alpha - \sqrt{(v_e \cos \alpha)^2 - (v_e^2 - v_a^2)} = 2,475 \cdot (0,8781) - \\ - \sqrt{(2,475 \cdot (0,8781))^2 - (2,475^2 - 2,9^2)} = -0,474.$$

Как видно, второй корень уравнения (4) не удовлетворяет решению задачи, поскольку при этом значение скорости v_{r2} имеет отрицательный знак, т.е. $v_{r2} = -0.419$ м/с, означающий отсутствие физического смысла расчёта.

Отметим, что относительная ошибка расчёта первого корня уравнения (4), сравнительно с данными формулы (9 в [17]), составила $\delta v_{r2} \approx 7,2\%$, что находится в пределах точности инженерных расчётов. Однако следует иметь в виду, что формула (4.5) в [15] и/или (9) в [17] некорректна.

2.3. Теперь вычислим относительную скорость частиц воздуха v_{r2} по другой аналитической формуле (7), м/с:

$$v_{r1} = v_a \cos \alpha + \sqrt{(v_a \cos \alpha)^2 - (v_a^2 - v_e^2)} = \\ = 2,9 \cdot 0,866 + \sqrt{(2,9 \cdot 0,866)^2 - (2,9^2 - 2,475^2)} = 4,596.$$

Произведем расчёт второго корня уравнения (7):

$$v_{r2} = v_a \cos \alpha - \sqrt{(v_a \cos \alpha)^2 - (v_a^2 - v_e^2)} = \\ = 2,9 \cdot 0,866 - \sqrt{(2,9 \cdot 0,866)^2 - (2,9^2 - 2,475^2)} = 0,497.$$

Здесь второй корень уравнения (7) не удовлетворяет решению задачи, поскольку значение скорости v_{r2} значительно меньше, чем величина v_{r1} .

Отметим, что относительная ошибка расчёта первого корня уравнения (7), сравнительно с данными формулы (4), составила $\delta v_{r1} = 4,68\%$, что приемлемо для инженерных расчётов. Поэтому для дальнейших расчётов рекомендуем воспользоваться либо аналитической формулой (4), либо конечной формулой (7).

Построим графическую зависимость $v_{rвв} = f(\alpha)$ (рис. 4). Варьируем значение угла α в пределах от 10° до 90° с шагом $\Delta\alpha = 5^\circ$ между относительной скоростью частиц воздуха v_r и скоростью движения вагона v_e (см. формулу (4)), а также между скоростью движения вагона v_e и скоростью ветра по отношению к земле v_a , согласно формуле (7).

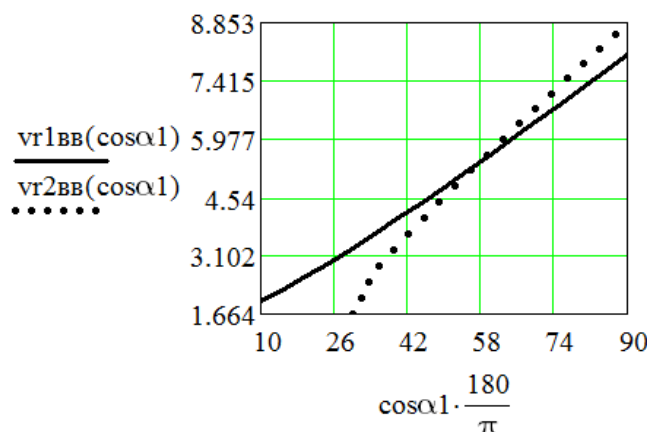


Рис. 4. Графическая зависимость $v_{rвв} = f(\alpha)$

Анализируя характер зависимости $v_{rвв} = f(\alpha)$, построенной по формулам (4) и (7), отметим, что эти зависимости нелинейно возрастают, причем в соответствии с формулой (7), начиная при значении угла $\alpha \geq 30^\circ$.

При этом по формуле (7) при $\alpha = 29^\circ 59'$ получается комплексный результат:

$$v_{r1} = \mathbf{R}(v_{r1}) + \mathbf{I}(v_{r1}) = 1,498 - 0,203i \cdot 10^{-3},$$

где $\mathbf{R}(v_{r1}) = 1,498^\circ$ – действительные части чисел v_{r1} ;

$\mathbf{I}(v_{r1}) = -0,203i \cdot 10^{-3}$ – мнимые части чисел v_{r1} (i – мнимая единица) [18].

Это означает, что формула (7) при заданных исходных данных применима лишь при $\alpha \leq 29^\circ 59' \approx 30^\circ$.

2.4. По формуле (4.5) в [5] и/или (9) в [17] вычислим относительную скорость частиц воздуха v_r при принятом значении $\beta = 30^\circ$ и/или $\beta = \pi/6$ рад. [15], м/с:

$$v_{r3} = v_e + v_a = 2,475 + 2,9 = 5,375.$$

Здесь положительный знак величины относительной скорости частиц воздуха v_{r3} означает наличие воздействия сопротивления от воздушной среды и ветра $w_{вс}$ и/или $\omega_{вс}$ на движение вагона.

По формуле (13) произведем расчёт относительной скорости частиц воздуха v_{r3} при $\alpha = 28^\circ 35'$ (см. результаты расчетов по формуле (17) в [17]), м/с:

$$v_{r3} = v_e - v_a \sin \alpha = 2,475 - 2,9 \cdot 0,4784 = 1,088.$$

Осуществим подсчет относительной скорости частиц воздуха v_{r3} по скорректированной формуле (14), м/с:

$$v_{r3} = v_e - v_a = 2,475 - 2,9 = -0,425.$$

Относительная ошибка расчёта v_{r3} , вычисленная по формуле (9), сравнительно с данными формулы (13), составляет $\delta v_{r3} \approx 79,8\%$, что подтверждает некорректность принятого допущения о пренебрежении значением $\cos\chi = 0,4784$ при $\beta < 30^\circ$ при учете проекции встречного ветра.

2.5. Производим расчёт удельного сопротивления от воздушной среды и ветра $\omega_{св}$ на движение вагона при воздействии встречного ветра, кгс/тс (размерность в системе единиц МКГСС, согласно [15]):

по формулам (4.2) и (4.5) в [15] и/или (9) в [17] –

$$\omega_{св} = cv_r^2 = 0,0086 \cdot 5,193^2 = 0,249 = 0,25;$$

по формулам (4.2) в [15] и по конечной аналитической формуле (4) в [17] –

$$\omega_{св} = cv_r^2 = 0,0086 \cdot 4,82^2 = 0,201 = 0,2;$$

по формулам (4.2) в [15] и по другой аналитической формуле (7) –

$$\omega_{св} = cv_r^2 = 0,0086 \cdot 4,596^2 = 0,174;$$

по формулам (4.2) в [15] и (9) в [17] –

$$\omega_{св} = cv_r^2 = 0,0086 \cdot 5,375^2 = 0,273;$$

по формулам (4.2) в [15] и уточнённой формуле (13) в [17] –

$$\omega_{св} = cv_r^2 = 0,0086 \cdot 1,088^2 = 0,01.$$

Выполнение расчёта по уточнённой формуле (14) не имеет смысла, поскольку $v_a < v_e$, а в рассматриваемом примере $v_a = 2,9$ и $v_e = 2,475$ м/с, т.е. $v_a > v_e$ и $v_r = 2,475 - 2,9 = -0,325$.

Результаты расчётов $\omega_{св}$ при воздействии встречного ветра по формуле (4.2) в [15] при различных значениях относительной скорости частиц воздуха v_r , оставим без комментариев.

Построим графическую зависимость $\omega_{св} = f(\alpha)$ (рис. 5). Варьируем значение угла α между относительной скоростью частиц воздуха v_r и скоростью движения вагона v_e (см. формулу (4)), а также между скоростью движения вагона v_e и скоростью ветра по отношению к земле v_a , согласно формуле (7), в пределах от 10° до 90° с шагом $\Delta\alpha = 5^\circ$.

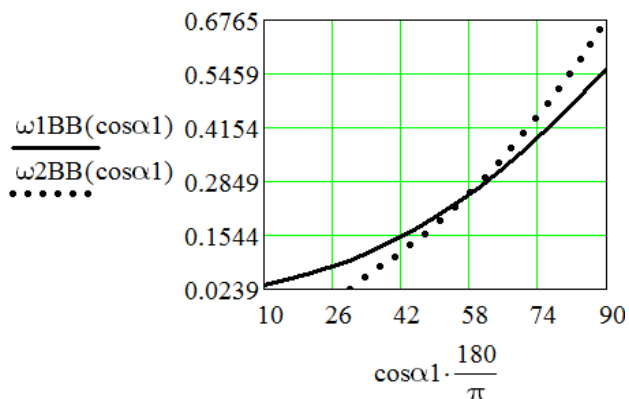


Рис. 5. Графическая зависимость $\omega_{св} = f(\alpha)$

Анализируя характер зависимости $\omega_{св} = f(\alpha)$, построенной по формулам (4.2) в [15] и (4), (7) в [17], отметим, что эти зависимости нелинейно возрастающие в

соответствии с формулами (4.2) в [15] и (7) в [17], начиная со значения угла $\alpha \geq 30^\circ$.

При этом по формулам (4.2) в [15] и (7) в [17] при $\alpha = 29^\circ 59'$ получается комплексный результат:

$$\omega_{св1} = \mathbf{R}(\omega_{св1}) + \mathbf{I}(\omega_{св1}) = 0,019 + 5,255i \cdot 10^{-3},$$

где $\mathbf{R}(\omega_{св1}) = 0,019$ – действительные части чисел $\omega_{св1}$; $\mathbf{I}(\omega_{св1}) = 5,255i \cdot 10^{-3}$ – мнимые части чисел $\omega_{св1}$ (i – мнимая единица).

Это означает, что формулы (4.2) в [15] и (7) в [17] при заданных исходных данных применимы лишь при $\alpha \geq 29^\circ 59'$.

Выводы

Сделаны **обобщающие выводы** по результатам расчёта относительной скорости v_r частиц воздуха.

Грубые ошибки, допущенные при построении математической модели учета воздействия попутного и/или встречного ветра (см. формулы (4.5) и (4.7) в [15]), окончательно сводят на нет практическую значимость применения в горочных конструктивных и технологических расчётах формулы (4.2) для нахождения удельного сопротивления от воздушной среды и ветра $\omega_{св}$ (или $\omega_{вс}$) на движение вагона в нормативно-техническом документе [15], полученной на основе эмпирических зависимостей с учётом аэродинамических показателей (обтекаемость) вагонов (см. среднюю колонку на стр. 37 в [21]).

Таким образом, на наш взгляд, а также выражаясь словами авторов статьи [22], в развёрнутом универсальном виде формулы (2) в [22] и в нормативно-техническом документе [15] содержатся антинаучные материалы, не соответствующие принципам теоретической механики [19].

Отсюда ещё раз возникает резонный вопрос: разве такие непоправимые антинаучные материалы, допущенные в [11 – 16], не могут послужить основанием для пересмотра существующей методики горочных и технологических расчётов сортировочной горки. К сожалению, они затрагивают научную репутацию основателей науки о железнодорожных станциях и узлах и целой плеяды их последователей (см. стр. 21 в [21]).

Литература

1. Prokop J., Myojin Sh. Design of Hump Profile in Railroad Classification Yard. Memoirs of the Faculty of Engineering. Okayama University. 1993. Vol. 27. No. 2. P.41-58. Available at: http://ousar.lib.okayama_u.ac.jp/file/15404/Mem_Fac_Eng_OU_27_2_41.pdf.
2. Prokop J., Myojin Sh. Simulation of Hump Performance in Railroad Classification Yard. Yard. Memoirs of the Faculty of Engineering, Okayama University. 1993. Vol. 27. No. 2. P. 59-71.
3. Zhang C. Wei Y., Xiao G., Wang Z., Fu J. Analysis of Hump Automation in China. Proc. of Second Intern. Conf. on Transportation and Traffic Studies, 2000, pp. 285-290. doi: 10.1061/40503(277)45.
4. Zářecký S., Grůň J., Žilka J. The newest trends in marshalling yards automation// Transport Problems. 2008. Vol. 3. No. 4. P. 87-95. Available at: http://transportproblems.polsl.pl/pl/Archiwum/2008/zeszyt4/2008t3z4_13.pdf
5. Volodymyr Bobrovskyi, Dmitriy Kozachenko, Andrii Dorosh, Evhen Demchenko, Tetiana Bolvanovska, Anton

Kolesnik / The research of the domain of permissible braking modes of cuts on the gravity humps. *Transport Problems. IV Symposium of Young Researchers*. 2015. – pp. 632-640.

6. Bobrovskiy V., Kozachenko D., Dorosh A., Demchenko E., Bolvanovska T., Kolesnik A. Probabilistic Approach for the Determination of Cuts Permissible Braking Modes on the Gravity Humps // *Transport Problems*. 2016. Vol. 11, Issue 1, pp. 147-155. doi: 10.20858/tp.2016.11.1.14.

7. Dmitro Kozachenko, Vladymyr Bobrovskiy, Yvgen Demchenko. A method for optimization of time intervals between rolling cuts on sorting humps // *Journal of Modern Transportation*, Vol 26, Iss. 3, Pp. 189-199 (2018). <https://doi.org/10.1007/s40534-018-0161-2>

8. Khabibulla Turanov, Andrey Gordienko. Analytical Determination of Conditions of Wagon Rolling Down Marshalling Hump Profiles. *Open Access Library Journal*, 2015, 2, e1912. doi: <http://dx.doi.org/10.4236/oalib.1101912>. PP.1-11.

9. Туранов Х.Т. Некоторые проблемы теоретических предпосылок динамики скатывания вагона по уклону сортировочной горки / Х.Т. Туранов, А.А. Гордиенко // *Бюллетень транспортной информации*. – 2015. – № 3 (237). – С. 29 - 36. ISSN 2072-8115.

10. Turanov Kh.T., Gordienko A.A. Movement of a railway car rolling down a classification hump with a tailwind. Book series: MATEC Web of Conferences conference proceedings. - 2018. - С. 02027.

11. Старшов И.П. Определение воздушного сопротивления движению вагонов на сортировочных горках / И.П. Старшов // *Вестник Всесоюз. научно-исслед. ин-та ж.-д. транспорта*. - 1970. - № 6. – С. 16-20.

12. Сопротивление движению грузовых вагонов при скатывании с горок / Под ред. Е.А. Сотникова // *Труды ЦНИИ МПС*, вып. 545. – М: Транспорт, 1975. - 104 с. (С. 88–97).

13. Родимов Б.А. Проектирование механизированных и автоматизированных сортировочных горок / Б.А. Родимов, В.Е. Павлов, В.Д. Прокинова. – М: Транспорт, 1980. - 96 с. (С. 10, 11).

14. Инструкция по проектированию станций и узлов на железных дорогах Союза ССР (ВСН 56–78) / Минстрой – МПС СССР. – М: 1978, - с. 151–158.

15. Правила и нормы проектирования сортировочных устройств на железных дорогах колеи 1 520 мм. – М.: ТЕХИНФОРМ, 2003. - 168 с.

16. Железнодорожные станции и узлы: учебник / В.И. Апатцев и др.; под ред. В.И. Апатцева и Ю.И. Ефименко. – М.: ФГБОУ «Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте», 2014. - 855 с.

17. Туранов Х.Т. О некорректности формулы удельного воздушного сопротивления движению вагона по профилю сортировочной горки / Х.Т. Туранов, А.А. Гордиенко, Ш.Б. Джаббаров // *Бюллетень транспортной информации*. - 2020. - № 2 (296). – С. 21 - 28. ISSN 2072-8115.

18. Бронштейн И.Н. Справочник по математике для инженеров и учащихся втузов: Учебн. пос. / И.Н.Бронштейн, К.А. Семендяев. – СПб: Изд-во «Лань», 2009. - 608 с.

19. Комаров К.Л. Теоретическая механика в задачах железнодорожного транспорта / К.Л. Комаров, А.Ф. Яшин. – Новосибирск: Наука, 2004. - 296 с.

20. Кирьянов Д.В. Самоучитель MathCAD 13. – СПб: БХВ-Петербург, 2006. - 528 с.

21. Рудановский В.М. О попытке критики теоретических положений динамики скатывания вагона по уклону сортировочной горки / В.М. Рудановский, И.П. Старшов, В.А. Кобзев // *Бюллетень транспортной информации*. - 2016.- № 6 (252). – С. 19-28. ISSN 2072-8115.

22. Позойский Ю.О. К вопросу движения вагона по уклону железнодорожного пути / Ю.О. Позойский, В.А. Кобзев, И.П. Старшов, В.М. Рудановский // *Бюллетень транспортной информации*. - 2018. - № 2 (272). – С. 35-38. ISSN 2072-8115.

Сведения об авторах

Туранов Хабибулла Туранович, Почётный железнодорожник, доктор технических наук, профессор кафедры «Теоретическая механика и теории механизмов и машин» ТашГТУ

Узбекистан, 100174, Ташкент. ул. Университетская, 2

Тел. + 7 963 035 31 89 (моб.).

E-mail: khturanov@yandex.ru.

Гордиенко Андрей Александрович, кандидат технических наук, доцент кафедры «Станции, узлы и грузовая работа» УрГУПС

620034. г. Екатеринбург. ул. Колмогорова, 66.

Тел. + 7 919 374 84 81 (моб.).

E-mail: gordiii89@yandex.ru.

Саидивалиев Шухрат Умарходжаевич, ассистент кафедры «Транспортная логистика и сервис» ТашИИТ

100069. г. Ташкент. ул. Темирийулчилар, 1.

Тел. + 998 97 462 21 29 (моб.).

E-mail: shuxratxoja@mail.ru.

Джаббаров Шухрат Ботирович, ассистент кафедры «Вагоны и вагоностроение» ТашИИТ

100069. г. Ташкент. ул. Темирийулчилар, 1.

Тел. + 998 93 535 72 27 (моб.).

E-mail: shuhratassistant@gmail.com.

О ПРАВИЛАХ ПЛАВАНИЯ ПО ВНУТРЕННИМ ВОДНЫМ ПУТЯМ РФ – ИСТОРИЯ, СОВРЕМЕННОСТЬ, ВЫВОДЫ И ПРЕДЛОЖЕНИЯ

Кандидат техн. наук, Капитан дальнего плавания,
Капитан всех групп судов речного и озерного флота РСФСР **Булгаков С.П.**
(Президиум Морской Арбитражной Комиссии при Торгово-промышленной палате РФ - МАК при ТПП РФ)

ABOUT SWIMMING RULES ON THE INLAND WATERWAYS OF THE RUSSIAN FEDERATION - HISTORY, CURRENT STATUS, CONCLUSIONS AND SUGGESTIONS

Ph.D. (Tech.), Sea Captain, Captain of All Groups of River Vessels and
the Lake Fleet of the RSFSR **Bulgakov S.P.**
(Presidium of the Maritime Arbitration Commission at the Chamber of Commerce and Industry
of the Russian Federation - MAC at the RF CCI)

Правила плавания по внутренним водным путям РФ, Европейские правила судоходства по ВВП, МППСС 72, Европейская Экономическая Комиссия ООН (ЕЭК ООН), Комитет по внутреннему водному транспорту, ЕЭК ООН.

The Rules of navigation on the inland waterways of the RF, Europe Rules of navigation on inland waterways, International Regulations for preventing collisions at sea 1972, United National Economic Commission for Europe, Inland water transport Committee of the United National Economic Commission for Europe.

В статье рассматриваются проблемы, связанные с Правилами плавания по внутренним водным путям Российской Федерации, включая вопросы их унификации с Европейскими правилами судоходства по внутренним водным путям Европы.

The article deals with the problems related to the Rules of navigation on the inland waterways of the Russian Federation, including questions their unification with the Europe Rules of navigation on inland waterways.

Вступление

История развития судоходства свидетельствует о том, что основой для обеспечения безопасности плавания является необходимость регулирования взаимных обязанностей судов с безупречным выполнением их судоводителями. Это, в принципе, и предопределило появление различных предписаний и правил, которые со временем вошли в систему права, как в статусе международных договоров, так и в статусе национальных правовых актов. На внутренних водных путях Российской Федерации правила плавания издаются Федеральным органом исполнительной власти в области транспорта на основании части 2 статьи 4 Кодекса Внутреннего водного транспорта РФ.

Необходимость осознанных и глубоких знаний правил плавания является частью требований к квалификации специалиста судоводителя или другого лица, которому поручено управление судном.

Общепризнанно, что основным условием применения правил плавания является их одинаковое толкование. Правила, без понимания их сущности, не могут отвечать условиям необходимым для обеспечения безопасности судоходства.

Главным аспектом для правил плавания также является их краткость, четкость и ясность изложения для быстрейшего запоминания и усвоения на уровне подсознания, как атрибута психики, выполняющего роль хранения информации для ее использования. Создание

новых или пересмотр действующих правил – это весьма трудоемкая и сложная работа, требующая публичности и высокого уровня квалификации специалистов, привлекаемых к её выполнению. Так, при пересмотре Правил предупреждения столкновений судов – 60 (далее – ППСС-60) Межправительственная морская организация (далее - ИМКО) привлекла к работе 276 специалистов из 46 стран, а также 17 представителей из семи международных организаций. Работа заняла около четырех лет как органами ИМКО, так и национальными комитетами (рабочими группами) в разных странах. Этой работе предшествовала длительная дискуссия на страницах печати и на различных конференциях. В Советском Союзе также были организованы рабочие группы и комиссии по пересмотру ППСС – 60, которые в своей работе базировались на мнении заинтересованных морских организаций (пароходств), морских училищ, институтов, а также отдельных капитанов и штурманов. Международной палатой судоходства и другими морскими организациями было отправлено непосредственно мореплавателям значительное количество вопросников по подготовке текста проекта новых правил.

Эти примеры, на взгляд автора статьи, необходимы для объективной оценки явлений, связанных с непубличным (закрытым) характером подготовки и утверждения Правил плавания по внутренним водным путям (далее – ВВП) Российской Федерации в редакциях 2002 и 2018 годов, авторы и заказчики которых общественности до сих пор неизвестны.

Вопросы истории правил плавания по ВВП России

Внутренние водные пути в истории нашей страны всегда играли исключительно важную роль, что требовало особого внимания, в том числе и к вопросам регулирования безопасности судоходства. Так, в 1809 году были введены в действие Правила плавания для судоходства по Мариинскому каналу и Вышневолоцкому пути. Указом Николая I в 1837 году были введены в действие «Правила для плавания казенных и частных судов во всех проходах и реках Российской Империи».

Параграф 9 этих Правил предусматривал следующее: «За всякое нарушение сих, издаваемых ныне правил, с виновного будет взыскано по сто рублей ассигнациями в пользу вдов и сирот, а в случае причинения какому-либо судну вреда – все издержки на возмещение такого вреда потребные, равномерно за счет виновного отнесены будут.». Эти правила с незначительными изменениями и дополнениями действовали практически до 1867 года.

На смену им были разработаны новые Правила, которые были утверждены Членом Государственного Совета Российской Империи адмиралом К.И. Посыетом, Министром путей сообщения. Это свидетельствует о том, что вопросы регулирования судоходства на ВВП в России имеют многовековую историю, построенную на преемственности и на национальной особенности своих внутренних водных путей. **При этом особо следует отметить, что правила плавания всегда были частью национального права, охраняющего суверенитет России.**

Масштабная реконструкция ВВП СССР в 30 – 60-е годы прошлого века с созданием каскада водохранилищ, вводом в действие новых каналов, созданием Единой глубоководной системы ВВП в Европейской части стран, с одновременным обновлением флота повлекла за собой необходимость периодических изменений Правил плавания. Это требовалось с учетом новых условий судоходства, появлением новых фундаментальных научных исследований по вопросам судоходства. В частности, за период с 1926 по 1963 год включительно редакции Правил плавания приводились на уровень современности 8 раз при строгом соблюдении принципов преемственности и осторожности в изменениях. К работе привлекались наиболее известные специалисты в области судоходства, включая широкий круг капитанского и научного сообщества [1, 2].

Судоводительской общественностью в начале 70-х годов прошлого века был поднят вопрос о необходимости изменения Правил плавания издания 1963 года [3,4].

Первый вариант новой редакции был подготовлен в 1976 году и направлен для обсуждения во все пароходства, бассейновые управления пути, судоходные инспекции и другие подразделения Минречфлота РСФСР. К единому мнению по этой редакции прийти не удалось. И данный вариант Правил утвержден не был.

В 1983 году был издан приказ Министра речного флота РСФСР № 88 от 22.07.1983г. «О переработке Правил плавания по ВВП РСФСР» с указанием (определением) конкретных направлений работы с учетом проекта Правил плавания 1976 года. Была создана специальная комиссия под руководством Заместителя Министра в составе: Заместителя председателя комиссии – Капитана, Члена Коллегии МРФ РСФСР, Начальника Главной инспекции по безопасности судоходства МРФ

РСФСР (далее – ГИБС МРФ) и 10 членов комиссии из специалистов ГИБС МРФ, бассейновых судоходных инспекций, начальников служб безопасности судоходства пароходств, капитанов-наставников, капитанов судов, специалистов кафедры судоходства Горьковского института инженеров водного транспорта (ГИИВТ). В последующем, в дополнение была создана еще и специальная рабочая группа, куда вошли сотрудники кафедры судоходства ГИИВТ, служб безопасности судоходства пароходств, бассейновых судоходных инспекций, капитаны судов.

После выполнения огромного объема работы, с согласованием буквально каждого слова текста, новый проект Правил плавания был направлен для обсуждения во все Управления Минречфлота, пароходства, бассейновые управления пути, бассейновые судоходные инспекции, учебные заведения Минречфлота РСФСР, Главные управления речным транспортом союзных республик и ряда других организаций (всего более 50 адресатов). Были получены отзывы и предложения, из которых 1539 (64%) – положительные, 602 (около 30%) – содержали только редакционные уточнения и добавления, 25 (около 6%) – были отрицательными. В мае 1984 года в г. Горьком комиссия, под руководством Заместителя председателя комиссии – Начальника ГИБС МРФ, рассмотрела все отзывы и пришла к выводу, что новый проект Правил плавания по содержанию, структуре и перечню приложений отвечает основным направлениям, определенным Приказом Минречфлота от 22.06.1983 г. № 88. Рабочей группе было поручено представить окончательную редакцию проекта Правил и приложений к ним [5].

Проект и Справка об основных изменениях и дополнениях, по сравнению с Правилами 1963 года, были представлены на рассмотрение Коллегии Минречфлота РСФСР. После их утверждения Постановлением Коллегии они были введены в действие с 15.03.1985 года Приказом Министра речного флота РСФСР № 100 от 28.08.1984 г.

Распоряжением Начальника ГИБС МРФ от 31.08.1984г. №10-1-16/121 было предписано провести до открытия навигации 1985 года проверку знаний Правил с принятием зачетов от судоводителей всех министерств и ведомств, эксплуатирующих суда на внутренних водных путях РСФСР. Приказом Минречфлота № 100 от 28.08.1984 г. предписывалось проведение в течение навигации 1985 года разъяснительной работы по оказанию практической помощи судоводительскому составу в освоении новых Правил плавания. Главному управлению по кадрам предписывалось ввести, начиная с 1984 - 1985 учебного года, в учебные программы судоводительской и путевой специальной подготовки в высших и средних специальных учебных заведениях и курсах подготовки командного состава и рулевых изучение новых Правил плавания и сдачу экзаменов (зачетов) по ним.

Капитанским, судоводительским и научным сообществом Правила 84 года были оценены очень высоко. Одной из заслуг новых Правил являлось сокращение числа правил до 48 против 75 в Правилах 1963 года. На совещании кафедры судоходства ГИИВТ, руководитель кафедры - капитан, доктор технических наук, профессор Тронин В.А. - подчеркнул, что новые Правила – это один из самых обоснованных, продуманных, всесторонне обсужденных и согласованных нормативно-правовых актов Минречфлота последних лет [6].

Правила были выстроены на основе международного закона – Конвенции ИМО о МППСС–72. Согласно п. «б» правила 1 МППСС–72 особые правила, устанавливаемые соответствующими властями относительно плавания, в том числе и по внутренним водным путям, соединенным с открытым морем, должны быть настолько близки к МППСС–72, насколько это возможно.

Специалисты Коккрофт А.Н. и Ламейер Дж.Н.Ф., комментируя Правила - 84, обращают внимание на то, что п. «б» Правила 1 МППСС–72 включен в них для того, **чтобы подчеркнуть необходимость сведения воедино специальных национальных правил с МППСС–72 [7]. А властям соответствующих стран следует сделать все возможное для устранения отличий своих правил от МППСС–72.** К примеру, в Правилах плавания во внутренних водах США (№ 4021 ГУНиО СССР, 1984г.) прямо указано, что «Настоящие правила содержат особые правила, установленные компетентными властями в соответствии с Правил 1 п. «б» МППСС–72».

Комиссия, руководствуясь нормами вышеуказанного международного Закона, приняла все возможные меры по сближению Правил плавания с МППСС–72. Комиссия исходила также из понимания необходимости соблюдения такого очень важного принципа, как принцип «предосторожности», т.е. осторожного подхода к любым нововведениям, связанным с вопросами безопасности плавания. Было принято решение о том, что дальнейшая унификация Правил плавания с МППСС–72 будет продолжена при следующей переработке их редакции.

По оценке автора статьи, Правила плавания 1984 г. не уступали каким-либо другим иностранным аналогам. Автору статьи, за многие годы службы на флоте, пришлось изучать, осваивать и применять в практической работе Правила плавания по ВВП РСФСР и РФ в редакции 1954, 1959, 1963, 1984 годов, а также Правила предупреждения столкновений судов в море (ППСС–48, ППСС–60, МППСС–72). В практике вождения применялись и другие правила плавания по различным районам и акваториям, к примеру, большей части рек Западной Европы, включая выполнение рейсов на трансконтинентальных линиях из портов Франции, стран Бенилюкса, Великобритании, Скандинавии, Германии и других стран в порты Ирана на Каспийском море. Выполнялось вождение судов также из портов Средиземного моря в Набережные Челны, на реке Кама. Для выполнения всех этих рейсов знаний МППСС–72 и Правил плавания по ВВП РФ было достаточно.

Одним из существенных недостатков наших национальных Правил плавания, как отмечают специалисты, является их статус подзаконного акта. Очевидно, что повышение их правового статуса до уровня Федерального Закона более чем назрело и требует соответствующего разрешения [8]. Во-первых, это послужит повышению их авторитета и значимости не только внутри страны, но и на международном уровне. Во-вторых, это позволит предохранить их от скоропалительных, необдуманных волонтаристических решений по изменению содержания и структуры в угоду чьим-то фантазиям, вроде навязывания унификации их с Европейскими правилами судоходства по внутренним водным путям Европы (далее - ЕПС ВВП).

К примеру, правила плавания по внутренним водным путям США утверждаются Конгрессом США и имеют

статус Федерального закона. Правила плавания по Кильскому каналу, протяженностью всего лишь около 98 км, утверждаются Постановлением Правительства Германии [9].

О «публичности» и содержании новых редакций Правил плавания от 2002 и 2018 годов

Правила 2002 года были подготовлены и введены в действие в закрытом виде. С позиции здравого смысла - это является не чем иным, как манипулятивными действиями, с помощью которых анонимные авторы и анонимные заказчики пытались достичь каких-то своих, скрываемых от общественности, целей.

Открытое, гласное обсуждение новых редакций Правил, целей и задач, которые должны были быть при этом решены с последующим их обсуждением, утверждением и вводом в действие дали бы свои положительные результаты. Одним из главных факторов при разработке новых редакций Правил должно было быть их дальнейшее сближение с МППСС–72, исходя из обязательств, принятых на себя нашей страной, как это сделали США. Представим, что Комитет по безопасности мореплавания ИМО обратился бы к компетентным органам нашей страны с просьбой показать и объяснить, как мы (Россия) на практике реализуем требования п. «б» Правила 1 МППСС–72. И что мы сможем ответить исходя из редакции Правил плавания 2002 года.

В правилах 2002 года, число правил от 48 (в Правилах 84г.) бездумно увеличилось до 260 (т.е. в 5,4 раза!). Просчитывал ли кто-нибудь, насколько реально держать в памяти все 260 статей в условиях несения вахты на ходовом мостике. Прав автор статьи «Правила плавания по ВВП – вчерашние заботы» (газета «Морские вести» №18 2011г.) в том, что это **«сложный, противоречивый и недоработанный документ, подготовленный анонимными авторами, по анонимному заказу при отсутствии у них должного уровня компетенции»** [10].

Автору статьи, как одному из членов комиссии по разработке Правил 84 года, после введения в действие Правил 2002 года, поступали обращения с просьбой объяснить суть происходящего. На обращение (письменно лично) к Министру транспорта РФ с просьбой разъяснить причины и обстоятельства, послужившие основанием для отмены Правил – 84, а также странного появления новых Правил, подготовленных в закрытом и непубличном порядке, была получена отписка без ответов на конкретно поставленные вопросы. Ответ был за подписью Начальника Государственной судовой инспекции РФ № ГРСИ-1-13/209 от 24.03.2003 года. В отписке голословно утверждалось, что проект Правил якобы был разработан на основании НИР ЦНИЭВТ ещё в 1995 году с учетом всех замечаний и предложений пароходств, ГРСИ бассейнов, ГБУВПиС и т.д. Также голословно утверждалось, что работа была одобрена каким-то экспертом Минтранса РФ и что Правила прошли какую-то независимую экспертизу. По утверждению ГРСИ при подготовке Правил якобы использовался **«положительный опыт ЕПС ВВП»**. Общеизвестно при этом, что ЕПС ВВП до сих пор не имеют статуса международных правил и до сих пор не приняты к исполнению значительным числом европейских государств [11,12]. Следует привести несколько отзывов об ЕПС ВВП из писем, полученных от ряда судоходных компаний.

- **ОАО «Беломорско - Онежское пароходство, Петрозаводск:** – «Впервые ознакомились с новыми правилами примерно в середине февраля 2003 года, до этого времени они к нам не поступали. Самое главное, нет ответа на самый простой вопрос – в чём причина их появления?».

- **ОАО СК «Волжское пароходство», Нижний Новгород:** «Информация относительно вступления в силу новых Правил к нам поступила в январе 2003 года. В виду того, что наша компания не была поставлена в известность, мы не принимали участия в их обсуждении и специалисты нашей компании не оказывали консультативной помощи в их разработке».

- **ОАО «Северо – Западный флот», С. Петербург:** «Новые Правила впервые увидели специалисты нашей компании после их опубликования в Российской газете 26 января 2003 года. До этого времени проект Правил ни в нашу компанию, ни в судоходную инспекцию по Северо-Западному бассейну на рассмотрение не поступал. Капитаны-наставники выразили крайнее неудовольствие как порядком изложения Правил, так и их содержанием. Не понятны намерения разработчиков и заказчиков использовать ЕПС ВВП. Опыт обучения судоводителей новым Правилам и результаты сдачи зачетов показывают, что они плохо усваиваются. У нас нет уверенности, что новые Правила будут правильно применяться. Считаем, что необходима их кардинальная переработка».

- **ОАО «Визн – флот», Москва:** «Принятие новых Правил абсолютно надумано и оторвано от современных реалий судоходства. Правила не обсуждались ни с судоходными инспекциями, ни с судовладельцами. В нашей компании о них узнали только в феврале 2003 года. Необходимости в отмене Правил 84 года никакой не было. Почти за 20 лет своей службы они себя ничем не дискредитировали».

Из письма руководителя ОАО СК «Волжское пароходство» (капитана, капитана – наставника) Министру транспорта РФ от 21.01.2003 г. «... При детальном изучении этих Правил специалистами нашей компании выявлен целый ряд существенных несоответствий, неточностей и упущений, которые требуют доработки и внесения изменений. Есть основания полагать, что двойственность толкования некоторых положений новых Правил не обеспечит безопасности движения на ВВП РФ...».

Вышеизложенное служит основанием для утверждения того, что принятие не отвечающих требованиям судоходства Правил плавания по ВВП РФ от 14.10.2002 года являлось общественно-опасным деянием, совершенным по сговору.

Однако в 2018 году появляется анонимная, без публичного, открытого обсуждения, без объяснения причин необходимости её разработки новая редакция Правил (Приказ Министра транспорта РФ №19 от 19.01.2018г.).

В статье «Между прошлым и будущим», газета «Морские вести» №3 от 2019 года, автор - капитан И.С. Крымов, ставит под сомнение целесообразность новых Правил [13]. Он обращает внимание на недопустимость отсутствия в тексте такого общепринятого пункта, как «Общие определения». Вполне закономерно капитан Крымов И.С. задается и вопросом: «А где же, собственно, сами Правила?». Текст состоит их пунктов (201 пункт), поделенных на 12 разделов по

содержанию. Крымов И.С. приходит к выводу «о вопиющем дилетантизме» составителей этой вновь непублично подготовленной редакции. К этому добавим и то, что ряд формулировок, придуманных безмянными авторами, чрезвычайно опасен по последствиям и противоречит общепризнанным стандартам и судебной арбитражной практике. Так, в частности, в разделе II п.3 авторы редакции Правил утверждают, что время «от захода до восхода Солнца» равноценно выражению «темное время суток» в требованиях, относящихся к сигнальным огням. Но это не так. Промежуток времени между моментом видимого захода центра Солнца и наступлением полной темноты носит название вечерних сумерек. Аналогично, при восходе Солнца – утренние сумерки. Это означает, что после захода Солнца за горизонт (от 6° до 18°) некоторое время остается еще светло. Данное явление происходит вследствие отражения солнечного света слоем атмосферы. По степени освещенности сумерки подразделяются на навигационные, астрономические и гражданские. Астрономические сумерки продолжаются всю ночь при одноименных широте и склонении, если их сумма не менее 72°.

Представленная авторами редакции Правил–2018 (с «новациями») противоречит также и Постановлению Правительства РФ от 23.10.1993 №1090 в редакциях от 12.11.2012г. и от 26.03.2020г. Противоречит она и официальным текстам МППСС–72, Правило 20 и Правилам плавания по ВВП – 84 года, Правило 24.

В апреле 2019 г. на научно-практической конференции в Московской Государственной Академии водного транспорта при обсуждении доклада старшего преподавателя кафедры «Управление судном» капитана Бриллиантова М.А., посвященного вопросам новой редакции Правил плавания 2018 года, было отмечено, что принцип преемственности, который для наших национальных правил являлся всегда приоритетным, отвергнут. Структурное построение и содержание новых Правил не выдерживают никакой критики. При применении этой редакции Правил будет возникать множество вопросов коллизионного характера, связанных с вопросами расследования аварий и аварийных происшествий, при разрешении споров в судебно-арбитражных органах. Особо подчеркивалось, что для изучения и освоения Правил студентами, их текст и построение очень сложны. В целом они трудно усваиваемые и весьма труднопонимаемы [14].

По мнению участников конференции, появление Правил 2018 года без их предварительного широкого и всестороннего обсуждения с судоводительским, капитанским и научным сообществом в области судовождения явилось главной причиной их полного провала и полной несостоятельности.

Недоумение и непонимание у участников конференции вызвало и то, что вместо сближения национальных правил с МППСС – 72, в силу принятых нашей страной обязательств по выполнению требований международного закона, осуществлено удаление от них как по структуре, так и по построению и по числу правил. Необоснованно предлагается текст из 201 пункта противоречивых, путанных и двусмысленных формулировок. **В качестве примеров приводились такие «новации», как «частичное пересечение судового хода», «движение самосплавом» и т.д.** На конференции было установлено, что из 201 пункта Правил - 2018г. к 84 пунк-

там имеются серьезные и обоснованные возражения и претензии, что исключает возможность их дальнейшего существования.

Негативную оценку данным Правилам высказала и Ассоциация портов и судовладельцев речного транспорта (газета «Морские вести» № 14 от 2019 г.) [15]. Отмечено, что Правила 2018г. вызывают значительное беспокойство несовершенством структуры, наличием в содержании ряда неопределенностей и противоречий, недопустимых для правил плавания. Это, по мнению Ассоциации, будет препятствовать выполнению ими своего назначения, как в области судоходства, так и в отправлении «правосудия». Ассоциация предложила Правилам 2018 года пересмотреть.

Отсюда следует, что Правила 2018 года – это **результат полнейшей безответственности, вопиющей некомпетентности и профессиональной недостаточности. Это требует детального расследования и соответствующей публичной оценки на страницах печати.**

Вопросы и проблемы унификации правил плавания по ВВП РФ с ЕПС ВВП

Основным принципом международного права является абсолютный суверенитет каждого государства на своей территории. Никакие другие нормы, принципы или прецеденты не могут налагать каких-либо обязательств и ответственности на суверенное государство.

В ряде статей, опубликованных в газете «Морские вести», журналах «Речной транспорт», «Морской флот», авторами настойчиво навязывается идея унификации Правил плавания по ВВП РФ с ЕПС ВВП как нечто обязательное и необходимое для нашей страны якобы «**в целях улучшения регулирования судоходства и обеспечения безопасности плавания**». Однако какие-либо обоснования такой точки зрения в статьях отсутствуют.

На наш взгляд, авторы идеи унификации с ЕПС ВВП не могут рассматриваться в качестве независимых и беспристрастных экспертов. Они прямо или косвенно заинтересованы в этом как участники (члены) рабочей группы Комитета по внутреннему водному транспорту ЕЭК ООН, являющейся автором идеи внедрения в действие ЕПС ВВП. Налицо «конфликт интересов». Кроме того, ни один из авторов идеи унификации не может рассматриваться в качестве эксперта по вопросам судоходства на ВВП РФ в силу отсутствия профильного образования по судоходству и отсутствия опыта работы в должности капитана в течение не менее 5 лет на ВВП РФ.

О создании ЕПС ВВП Европы впервые было заявлено еще в 1962 году. Но рекомендации по их внедрению были приняты Резолюцией № 24 ЕЭК ООН только в 2001 году. Согласно правовому статусу Резолюции ЕЭК ООН, как региональной организации экономического и социального Совета ООН, носят сугубо **рекомендательный характер**. Никаких юридических обязательств эти Резолюции ни на кого не накладывают. ЕЭК ООН уполномочена давать только рекомендации по любым вопросам её компетенции (ст. 1 Положения об ЕЭК ООН).

В 1992 году было заявлено о введении в эксплуатацию трансъевропейской водной магистрали Рейн – Майн – Дунай от Роттердама – Нидерланды до Сулины – Румыния протяженностью 3505 км. Из всей магистрали 15,4% приходится на реку Рейн, 11% - на реку Майн,

4,8% - на канал Майн – Дунай и 8,8% - на реку Дунай. На всей магистрали самым проблемным местом является канал Майн – Дунай, протяженностью 171 км с 16 шлюзами размерами 190 x 12 м, с шириной канала по дну – 31 м, по урезу воды – 55 м. Надводные габариты этого участка из-за множества неразводных мостов не превышают 6 метров.

С технической точки зрения эта единая Европейская судоходная система представляет сеть взаимосвязанных естественных и искусственных водных путей, позволяющих судам внутреннего плавания с ограничениями по их габаритам, осуществлять трансъевропейское судоходство с переходом из одного речного бассейна в другой. Что касается правовых основ этого пути, то на сегодня многое не ясно. Это связано с тем, что в международном речном праве пока не сложились общепринятые отношения между государствами по внутренним водным путям. Так, один из исследователей проблем, связанных с открытием этой магистрали (Д. Фекете, доктор технических, экономических и транспортных наук, Будапешт, журнал «Морской флот» №5/6 1993г. [16]) обращает внимание на необходимость унификации юридических, технических, коммерческих, административных и других документов и норм, касающихся судоходства на этой магистрали. Именно поэтому в течение более 20 лет не введены в действие ЕПС ВВП в полном объеме. Дело в том, что их принятие зависит от речных комиссий, действующих на этой магистрали. В частности, от Центральной Комиссии судоходства по Рейну (ЦСКР), Мозельской комиссии (МК), Международной комиссии по бассейну реки Сава (МКБРС), Дунайской комиссии, согласие между которыми до сих пор не достигнуто. На сегодня, насколько известно автору, единственной комиссией, которая приняла и применяет пятое пересмотренное издание ЕПС ВВП в полном объеме, является только комиссия МКБРС.

На 85 сессии Комитета ВВТ ЕЭК ООН от 20-23 февраля 2018 года было особо отмечено, что «**в настоящее время не существует возможности ни устранить все проблемы, связанные с региональными и национальными расхождениями и дополнительными требованиями, ни согласовать единый общий набор правил судоходства на всех ВВП Европы**». **Обращено внимание и на то, что при согласовании ЕПС ВВП в качестве международного соглашения будет ограничена возможность делать какие-либо отступления от них на уровне отдельных речных бассейнов или на национальных уровнях. Поэтому государствам – членам ЕЭК ООН следует подробно рассмотреть вопрос о целесообразности расходов при преобразованием ЕПС ВВП в международное соглашение по аналогии с Венской Конвенцией о дорожном движении.** При такой постановке вопросов возникают вполне обоснованные опасения о возможности потери Российской Федерацией части суверенитета над своими внутренними водными путями в случае унификации национальных правил плавания с ЕПС ВВП. Что является недопустимым по Конституции РФ (часть 3 ст.4). Это скрывается от нашей общественности апологетами унификации Правил.

Умалчивается также и то, что внутренние водные пути РФ не имеют общих границ с единой европейской судоходной системой и ни при каких обстоятельствах не могут рассматриваться как часть этой

магистрала [17 - 21]. Наши суда внутреннего плавания не могут попасть на европейскую водную магистраль ВВП Европы, т.к. не имеют для этого соответствующих документов для осуществления плавания по морским участкам, соединяющим две водные системы. Аналогичная картина и с европейскими судами внутреннего плавания. Российские суда смешанного плавания по своим габаритам могут пройти только около 200 км от устья Дуная вверх по реке, а со стороны Роттердама по Рейну – около 80 км. Остальная часть этой магистрали для них недоступна. Исследователями установлено, что движение судов по всей магистрали от Роттердама до Сулины не будет сквозным. Перевозки будут осуществляться лишь на отдельных отрезках магистрали различной протяженности: от Роттердама до Вены, от Роттердама до Будапешта, от Сулины до Нюрнберга, от Измаила до Нюрнберга. По расчетам и оценкам специалистов, это вызвано тем, что из любого порта на нижнем Дунае, равно как и из черноморских и азовских портов Российской Федерации морские суда (включая суда смешанного плавания) быстрее дойдут, например, до Роттердама, чем по европейской водной магистрали. А принимая во внимание уменьшение расходов на единицу груза по мере увеличения размера судов, такие перевозки будут ещё дешевле. К примеру, при выполнении рейса из порта Брэилы, Румыния, Дунай в Роттердам через Гибралтарский пролив с количеством груза, который невозможно перевезти по водной системе Дунай-Майн-Рейн на одном судне, оно было в Роттердаме на 13 суток при плавании в условиях достаточно прохладной погоды в марте 1996 года.

Авторами идеи унификации Правил плавания по ВВП РФ с ЕПС ВВП скрывается также и то, что существующее многообразие договорных форм на этой европейской магистрали не обеспечивает единства международно-правового режима ее использования. Это связано с тем, что судам тех или иных государств на различных участках системы предоставляется различный объём прав в отношении как доступа на них, так и участия в перевозках. Эти проблемы неоднократно выносились на обсуждение общеевропейских конференций. Так, в Декларации общеевропейской конференции по вопросам внутреннего водного транспорта (Роттердам 2001 г.) отмечено, что до сих пор сохраняются препятствия, связанные с неурегулированностью юридических аспектов и отсутствием гармонизации условий для свободной конкуренции. Для решения этой проблемы было предложено Дунайской Комиссии, ЦКСР, ЕЭК ООН и Европейской Комиссии принять необходимые меры. Для этого под эгидой ЕЭК ООН была организована работа группы экспертов. В качестве наиболее существенного препятствия экспертами было названо наличие на входящих в систему водных путей ограничений на право осуществления перевозок иностранным судам. На Рейне эти ограничения были введены с принятием Дополнительного Протокола № 2 к Мангеймской Конвенции 1868 года. Согласно этому Протоколу суда государств, не входящих в Евросоюз, могут перевозить грузы и пассажиров только лишь на условиях, предписанных ЦКСР.

Автор статьи «Европейские правила просты и понятны» (газета «Морские вести №2/2020г.) утверждает, что **«Вопрос сегодня должен заключаться не в учете положений ЕПС ВВП в российских правилах плавания по ВВП РФ, а в полном введении на ВВП РФ**

положений ЕПС ВВП, пятая редакция которых была принята ЕЭК ООН в 2015 году.» [18].

Данное заявление, на наш взгляд, является немотивированным суждением заинтересованного лица, принявшего участие в работе Комитета по внутреннему водному транспорту ЕЭК ООН, Резолюции которой носят рекомендательный, а не императивный характер. Это суждение противоречит и материалам 85 Сессии Комитета ВВП ЕЭК ООН от 20-23 февраля 2018 года, как это было изложено выше. Апологеты унификации до сих пор ни в одной из своих опубликованных статей так и не смогли мотивированно и обоснованно ответить на вопросы о том, зачем и для чего необходима эта унификация, за которой последуют дополнительные и существенные расходы для отечественных судовладельцев и другие проблемы, связанные с ней. Не исключается также вероятность потери суверенитета внутренних водных путей России как части ее территории.

По оценке специалистов («Ревизия принципа свободы судоходства на Рейне и международное право», Тарасова И.Н., Актуальные вопросы международного морского и торгового мореплавания», изд. Транспорт, Москва 1982 г.) [22]. Положения Дополнительного Протокола №2 к Мангеймской Конвенции, находятся в противоречии с общедемократическим характером современного общего международного права и обязанностью государств сотрудничать между собою независимо от различий их политических, экономических и других систем. Отмечено, что положения Протокола направлены на подрыв эффективного сотрудничества, на закрепление дискриминации и неравенства.

Обращено внимание также на то, что решение вопросов на водной магистрали Рейн – Майн – Дунай зачастую противоречит существующим принципам, обычаям, нормам международного права, что ведет к ужесточению существующих режимов судоходства на внутренних водных путях, а также к появлению различных актов, ограничивающих международное судоходство на внутренних водных путях международного значения. Отсюда возникает закономерный вопрос: для каких целей нам навязывают унификацию наших национальных правил с ЕПС ВВП.

Выводы и предложения

1. Правовых, технических, экономических, навигационных и стратегических оснований для унификации Правил плавания по ВВП РФ (образца 1984 г.) с ЕПС ВВП - оснований нет. Правила плавания 1984 г. обеспечивают успешное судоходства на более чем 100000 км ВВП РФ, включая и пограничные участки Амура, Усури, Аргуни, Сунгари и озера Ханка (Советско-Китайское соглашение по судоходству на пограничных реках от 06.10.1977).

2. Навязывание небольшой группой лиц унификации Правил плавания по ВВП РФ с ЕПС ВВП без предварительного обсуждения необходимости и целесообразности таких действий является результатом либо глубокого непонимания проблемы или какого-то заблуждения. Общеизвестно, что когда появляется ситуация с неясностью таких концепций (предложений), то всегда возникает один и тот же вопрос – зачем и кому это выгодно («сui prodest»).

3. Правила плавания по ВВП РФ в редакции 2018 года должны быть отменены так быстро, насколько это возможно, ввиду их полной несостоятельности и не-

жизнеспособности. Введение их в действие в разгар навигации без предоставления времени и возможности для их изучения, сдачи зачетов и т.д. – пример доведения ситуации до полного абсурда («Ducitor in absurdum»).

4. Необходимо восстановить в правах и ввести в действие Правила плавания по ВВП РФ издания 1984 года в их первой редакции. Отменены они были неправомерно. Правила утверждались Постановлением Коллегии и отменены могли быть только новым Постановлением Коллегии, а не приказом Министра, как это имело место в действительности [23].

5. При возникновении необходимости разработки новой редакции Правил плавания по ВВП РФ, взамен Правил 84 года, целесообразно использовать алгоритм работы, который применялся при подготовке Правил 84 года. При этом должна быть поставлена, в том числе, задача о необходимости их дальнейшего сближения с МППСС–72 и юридической проработкой возможности повышения их правового статуса до уровня федерального закона с использованием аналогии права с государствами, принявшими такие законы.

6. В целях континентальной интеграции государств – членов Евразийского Экономического Союза (далее – ЕАЭС) целесообразно обсудить и рассмотреть вопрос о применении единых Правил плавания по ВВП ЕАЭС на основе российских Правил с приданием им статуса международного соглашения (договора) при наличии общих территориальных границ таких внутренних водных путей.

7. Для разработки нормативных документов с учетом изменяющихся международных норм и требований, регламентирующих вопросы безопасности судоходства, мореплавания, необходимо определить порядок подбора компетентных специалистов и компетентных организаций для выполнения такой работы. Важно, чтобы такие работы курировались руководством Министерства транспорта РФ в целях исключения в будущем таких явлений, какие произошли с Правилами плавания 2002 и 2018 годов.

8. Отсутствие комментариев и реакции Минтранса РФ и его соответствующих подразделений на нашумевшие публикации о Правилах плавания по ВВП РФ на страницах газеты «Морские вести» носит необъяснимый характер. Это или откровенное пренебрежение мнениями и предложениями специалистов, или отсутствие профессиональной подготовки для обсуждения проблемы, затрагивающей такие важные вопросы, как безопасность судоходства. И это не единственный случай. До сих пор мне, как автору статей с конкретными предложениями (Третий объект права // Газета «Морские вести». - 2012г. - № 1 и Международные стандарты безопасности // Газета «Морские вести». - 2014г. - № 11), никаких ответов или комментариев на поставленные вопросы не последовало.

Литература

1. Шубин И.А. Волга и волжское судоходство. – Москва: Транспечать НКПС, 1927г.
2. НКПС «Правила плавания по внутренним водным путям». – Москва: НКПС, 1926.
3. МРФ РСФСР «Правила плавания по внутренним судоходным путям РСФСР». 1963 г. – Москва: Транспорт, 1979.

4. Коломбос Д. Международное морское право.- Москва: Прогресс, 1975.

5. МРФ РСФСР «Правила плавания по внутренним судоходным путям РСФСР. 1984 г. – Москва: Транспорт, 1984.

6. Микулинский Е.А. Предупреждение столкновений судов в море. – Москва: Транспорт, 1966.

7. Коккрофт А.Н., Ламейер Дж.Н.Ф. Толкование МППСС-72. – Москва: Транспорт, 1981.

8. Яскевич А.П., Зурабов Ю.Г. Новые МППСС с комментариями. – Москва: Транспорт, 1975.

9. ГУНиО СССР №4021 «Правила плавания во внутренних водах США». - Ленинград, 1984.

10. Правила плавания по ВВП – вчерашние заботы. (Автор не указан)//Газета «Морские вести». – 2011. - №18.

11. Вылегжанин А.Н., Гуреев С.А., Иванов Г.Г. Международное морское право. – Москва: Юридическая литература, 2003.

12. Гуреев С.А., Тарасова И.Н. Морское речное право. – Москва: Юридическая литература, 2004г.

13. Крымов И. Между прошлым и будущим // Газета «Морские вести». – 2019. - №3.

14. «Материалы научно-практической конференции МГАВТ», апрель 2019г.

15. Письмо Ассоциации портов и судовладельцев речного транспорта // Газета «Морские вести». – 2019. - №14.

16. Фекете Д. Будапешт// Морской флот. Москва. - 1993. -№5/6.

17. Материалы 58 сессии Комитета по внутреннему водному транспорту ЕЭК ООН. - 20-23 февраля 2018 г.

18. Воронцов В.М. Европейские правила просты и понятны // Газета «Морские вести». – 2020. - №2.

19. Воронцов В.М. Дорожная карта по будущей работе над ЕПС ВВП // Речной транспорт. – 2011. - №5.

20. Воронцов В.М. О сближении правил судоходства ЕС и России // «Морской флот. – 2006. - №2.

21. Никифоров В.Т., Никифоров А.В., Клюев В.В. О возможности сквозного плавания по маршруту Большого европейского воднотранспортного кольца российского и западных флотов // Вестник ГУМРФ им. Адмирала С.О.Макарова. – 2003. - №3(22).

22. Маковский А.Л., Тарасова И.Н. Союзмориинициатива «Актуальные вопросы международного морского права и торгового мореплавания». – Москва: Транспорт, 1982.

23. Материалы МРФ РСФСР по подготовке и разработке новой редакции Правил плавания по ВВП РСФСР, 1984г. - Архив автора.

Сведения об авторе

Булгаков Станислав Павлович, к.т.н., капитан дальнего плавания, капитан всех групп судов речного и озерного флота РСФСР. Арбитр, Член Президиума Морской Арбитражной Комиссии при ТПП РФ (МАК при ТПП РФ), Председатель Комитета по назначениям арбитров. Почетный работник Минморфлота СССР, Почетный работник речного флота РСФСР.

Почтовый адрес МАК: 109012, Москва, ул. Ильинка, 6/1, стр.1.

Тел . 8 -916-584-73 08 моб.

E-mail: s.p.bulgakov@yandex.

ВОДОРОДНЫЕ ТРАНСПОРТНЫЕ СРЕДСТВА В ГОРОДСКИХ ТРАНСПОРТНЫХ СИСТЕМАХ

Кандидат техн. наук, ведущий научный сотрудник **Рагимов Э.А.**
(Института Географии имени акад. Г.Алиева
Национальной Академии Наук Азербайджана)

HYDROGEN VEHICLES IN URBAN TRANSPORT SYSTEMS

Ph. D. (Tech.), Leading Scientific Researcher **Ragimov E.A.**
(Institute of Geography named after academician G. Aliyev
National Academy of Sciences of Azerbaijan)

Водородные транспортные средства, городские транспортные системы, устойчивая мобильность, будущая мобильность, транспортные средства.

Hydrogen automobiles, urban transport systems, sustainable mobility, future mobility, vehicles.

В статье представлен анализ современного состояния и развития использования водородных транспортных средств в мире. В статье рассматриваются возможности использования водородных транспортных средств с различными методами мобильности: индивидуальные автомобили, такси и совместная мобильность. Исследование сфокусировано на выявлении преимуществ и недостатков использования водородных транспортных средств в городских транспортных системах.

The article discusses the possibilities of applying hydrogen automobiles with various mobility methods: individual cars, taxis, and joint mobility. In addition, the study focuses on identifying the advantages and disadvantages of applying hydrogen vehicles in urban transport systems.

Введение

Статья посвящена возможности использования водородных транспортных средств в городских транспортных системах. В связи с необходимостью поиска альтернативных решений традиционным двигателям для автомобилей в городах, водородные транспортные средства являются одной из практических возможностей для реализации устойчивых транспортных предположений и независимости от импорта нефти, что является одним из главных приоритетов во всем мире.

Существующие городские транспортные системы сталкиваются со многими проблемами, которые в соответствии с принципами устойчивого развития должны быть решены как можно скорее на благо общества и окружающей среды. Одной из таких проблем является сильное загрязнение, производимое автомобилями с обычным приводом. Существует много вариантов, которые можно рассматривать как решение для достижения более высокого уровня устойчивости городского транспорта. Это может включать в себя: закрытие городских центров для транспортных средств, создание в городских центрах зон, предназначенных для транспортных средств с «зеленым приводом», применение различных типов скидок и стимулов для покупки электромобилей, использование альтернативных форм мобильности и многие другие [1]. Но одна из самых популярных мировых тенденций – это использование электромобилей. Альтернативой предлагаемым возможностям является внедрение водородных транспортных средств в городские транспортные системы.

Водородные транспортные средства и инфраструктура

Транспортные средства, работающие на водороде, также называемые транспортными средствами на топливных элементах или топливными электромобилями, представляют собой тип автомобиля с электрическим транспортным средством, которое оснащено топливным элементом вместо аккумулятора или в сочетании с аккумулятором или суперконденсатором для питания бортового электродвигателя [2].

Водород можно использовать в качестве топлива в традиционном двигателе, который сжигается в камере, или в топливных элементах для выработки энергии, приводящей в движение электродвигатель. Энергия связи водорода и кислорода в молекуле воды H_2O меньше, чем полная энергия связи молекул водорода H_2 и O_2 . Поэтому во время реакции связывания водорода и кислорода с молекулами воды генерируется избыточная энергия. Он может отводиться из системы в виде тепла (которое преобразуется в механическую энергию в двигателе внутреннего сгорания) или в форме электрохимической энергии (в топливных элементах) [3]. В действующих руководствах Европейского Союза или в национальной политике, касающейся использования чистых транспортных технологий, автомобили, приводимые в действие водородом, выступают в качестве важной альтернативы обычно используемым приводам [4]. Тем не менее, на рынке есть только несколько типов автомобилей с водородным двигателем. Стоит отметить, что почти каждая марка ведущих производителей

автомобилей в своей истории имеет концептуальный автомобиль на водороде. Однако из-за отсутствия надлежащей инфраструктуры и высокой стоимости транспортных средств автомобили не были включены в регулярное предложение. Более того, даже те автомобили, которые включены в регулярное предложение, доступны не в каждой стране. В таблице 1 представлен список автомобилей на топливных элементах, доступных на мировом рынке.

Таблица 1.

Список произведенных водородных транспортных средств, доступных на мировом рынке

Модель	Начало производства
Хёндэ ix35	2013 - настоящее время
Хёндэ Туссан	2014 - настоящее время
Тойота Мирай	2014 - настоящее время
Хонда Кларити	2016 - настоящее время
Хёндэ Нексо	2018 - настоящее время

Для заправки автомобилей водородом необходима инфраструктура для этого процесса - водородные заправочные станции. Чтобы иметь возможность использовать водород в качестве топлива для транспортных средств, он должен быть сжатым газообразным водородом (H₂) от 350 до 700 бар. Сжатие происходит с использованием передовых технологий. В зависимости от типа зарядной станции сжатый водород может транспортироваться к ней в специальных напорных резервуарах. В зависимости от станции водород также может быть получен на месте путем электролиза, с использованием солнечной энергии или энергии ветра или с помощью служб балансировки сетей [5]. Помимо водородных заправочных станций, этим типам транспортных средств также требуются автосервисные центры, где их можно ремонтировать и обслуживать. В случае водородных транспортных средств особое внимание уделяется аспектам безопасности.

Согласно руководящим указаниям станции технического обслуживания транспортных средств должны соответствовать определенным требованиям, обеспечивая безопасность как сотрудников, так и самих станций технического обслуживания [6]. Текущие услуги, связанные с классическими транспортными средствами, обычно не имеют права эксплуатировать автомобили на водородной основе из-за высокого риска взрыва. Поэтому в местах, где водородных транспортных средств больше всего (США), создаются специальные сервисные сети, предназначенные для водородных транспортных средств, так называемые сервисные отсеки для водородных автомобилей.

Преимущества и недостатки внедрения транспортных средств на водородном топливе

Есть много преимуществ использования транспортных средств, работающих на водороде. Первым из них является сокращение выбросов парниковых газов. Водородные транспортные средства считаются самой чистой в мире средой для автомобилей, которые, в отличие от других классических автомобилей, не выделяют загрязняющих веществ в окружающую среду [7]. Еще одним преимуществом реализации водородных транс-

портных средств является быстрая «заправка» автомобилей [8]. Многие люди боятся такого типа технологий, полагая, что процесс заправки автомобилей водородом напоминает процесс зарядки электромобилей и связан с долгим временем ожидания. Это не так. Этот тип процесса, в отличие от классических электромобилей, в зависимости от типа зарядной станции и типа транспортного средства, в среднем составляет от 3 до 5 минут [9]. Другое преимущество водородных транспортных средств по сравнению с классическими электромобилями – это расстояние, которое можно преодолеть на одной заправке автомобиля. В случае водородных автомобилей, доступных в настоящее время на рынке, эти диапазоны в среднем составляют около 500 км, что близко к диапазону классических автомобилей, оснащенных двигателями внутреннего сгорания [10].

Сравнение средних диапазонов для конкретных типов водородных транспортных средств, производимых в настоящее время, представлено в таблице 2.

Таблица 2.

Перечень среднего диапазона выпускаемых водородных транспортных средств, доступных на мировом рынке

Модель	Средняя дальность [км]
Хёндэ ix35	594
Хёндэ Туссан	426
Тойота Мирай	502
Хонда Кларити	480
Хёндэ Нексо	600

Преимущества топливных элементов также заключаются в высокой эффективности двигателя (65% для топливных элементов по сравнению с 35% для двигателя внутреннего сгорания), лучшей эффективности использования топлива или постоянном крутящем моменте двигателя. Кроме того, топливные элементы позволяют устранить вибрации и шумы, сопровождающие выработку энергии. Стоит также упомянуть о положительных аспектах, влияющих на качество жизни общества и состояние окружающей среды, в том числе таких, как отсутствие сжигания топлива во время остановки [11]. Более того, транспортные средства, оснащенные топливными элементами, содержат меньше движущихся частей, чем обычные транспортные средства сгорания. В результате они становятся дешевле и проще в обслуживании.

Несмотря на многие преимущества автомобилей, работающих на водороде, есть и противоположные свойства.

Основным недостатком является отсутствие или недостаточное количество соответствующей инфраструктуры для водородных поставок транспортных средств. Еще одним недостатком является высокая стоимость автомобиля. Средняя стоимость покупки водородного транспортного средства составляет от 60 000 до 70 000 долл. США в зависимости от модели. По сравнению с затратами на покупку автомобиля того же класса, но с классическим приводом, это значение почти на 50% выше, что значительно затрудняет принятие решения о покупке. Подробный отчет о расходах представлен в таблице 3.

Таблица 3.

Список средней стоимости произведенных водородных транспортных средств, доступных на мировом рынке

Модель	Класс	Средняя стоимость автомобиля	Средняя стоимость автомобиля в сопоставимом классе, долл.
Хёндэ ix35	внедорожник	168 309 – 70 000	33 000
Хёндэ Туссан	внедорожник	268 309 – 70 000	33 000
Тойота Мирай	D класс	58 365 – 65 000	25 000
Хонда Кларити	D класс	59 385 – 59 385	25 000
Хёндэ Нексо	внедорожник	58 300 – 61 800	33 000

В настоящее время большинство водородных автомобилей выпускаются в качестве нишевых моделей для регулярного предложения автомобилей. Используемые водородные технологии не так дороги, как использование соответствующих резервуаров для безопасного хранения водорода. Таким образом, высокая цена водородных транспортных средств состоит из стоимости производства небольшого количества транспортных средств по сравнению с большим парком классических моделей и технических проблем хранения водорода в качестве топлива. Стоит отметить, что, если появится больше инфраструктуры, стоимость транспортных средств будет ниже. Аналогичная ситуация произошла с электромобилями, которые когда-то были очень дорогими и недоступными. В настоящее время они дороже, чем обычные транспортные средства, однако не такие дорогие, как несколько лет назад, когда инфраструктура для питания транспортных средств было меньше.

Недостатком в эксплуатации транспортных средств на водородном топливе является страх, связанный с опасностью технологии, и водородные транспортные средства рассматриваются подобно водородной бомбе. Общество убеждено, что заправка, а также поездки на таком автомобиле могут привести к самовозгоранию газа и создать опасность для общества и окружающей среды. Другим недостатком водородных транспортных средств является отсутствие общих знаний о долговечности транспортного средства, поведении двигателя в стандартных повседневных условиях эксплуатации, а также отсутствие веб-сайтов по обслуживанию, посвященных непосредственно этим типам транспортных средств.

Текущее состояние рынка автомобилей на топливных элементах и водородных станций

Несмотря на множество программ по всему миру, поощряющих покупать автомобили с водородным двигателем, текущая ситуация с использованием этого типа транспортных средств в городских транспортных системах не впечатляет. Согласно статистическим данным Глобального рынка транспортных средств на водородных топливах, в 2018 году в мире насчитывалось 6500 автомобилей на топливных элементах [12]. По сравнению с 1,1 млрд. автомобилей с классическим приводом в мире в 2015 году, это очень маленький процент.

Вопросы, связанные с инфраструктурой для заправки автомобилей, ничем не отличаются. В зависимости от страны, прогресс в использовании водородных тех-

нологий различен в глобальном масштабе. В случае Северной Америки осуществляются крупнейшие в мире исследования и инвестиции в инфраструктуру для обслуживания водородных транспортных средств.

В настоящее время в США имеется 39 общедоступных станций зарядки водорода [13]. 35 станций находятся в Калифорнии, 2 - в Южной Каролине и 2 - на северо-востоке страны. Планируется запустить еще 29 станций в Калифорнии и 5 на Северо-востоке. [14]. В случае с Европейским союзом предпринимаются различные инициативы для введения 100 000 транспортных средств и 250 зарядных станций к 2025 году [15]. В Японии государственные инвестиции в размере 400 млн. долларов США осуществляются для развития инфраструктуры водородных транспортных средств и обеспечения получателей соответствующими стимулами для покупки таких автомобилей [11]. Ситуация в Китае или Южной Корее складывается аналогичным образом с точки зрения развития [12].

Водородные транспортные средства для городских транспортных систем - тематические исследования и возможности развития

В связи с тем что затраты на покупку водородного транспортного средства для отдельного пользователя высоки и существует проблема недостаточного количества доступной инфраструктуры, решения для реализации водородных автомобилей для транспортных систем могут быть:

- водородные такси,
- водородные каршеринговые системы,
- водородные автобусы.

В случае организованных операционных систем отдельных операторов такси, систем каршеринга и операторов автобусных линий, внедрение автомобилей с водородным двигателем в их услуги проще из-за возможности создания собственных заправочных станций. Прекрасным примером этого является оператор Хайп, работающий в Париже. Хайп - первый в мире парк водородных такси. Система была запущена 7 декабря 2015 года, и в настоящее время парк насчитывает более 100 автомобилей.

До конца 2020 года планируется внедрить 600 автомобилей. Используемые в системе такси имеют дальность действия более 500 км. В свою очередь, их время зарядки составляет до 5 минут [13]. Первые попытки внедрить систему каршеринга на водородных транспортных средствах были предприняты в 2016 году. В то время группа «Линде» начала свою деятельность, представив сервис под брендом “БиЗеро” в Мюнхене, Германия. Система имела парк из 50 автомобилей. К сожалению, после двух лет работы, в июне 2018 года система перестала функционировать [11]. Компания заявляет, что причиной ее закрытия стала экономическая убыточность.

К сожалению, с такого рода проблемами сталкиваются операторы каршеринга [15]. Это связано с тем, что каршеринг является новой формой городской мобильности, которая находится в стадии разработки в современных обществах, привыкших владеть автомобилем, а не арендовать их [8].

Другим вариантом, который дает транспортному средству доступ к наибольшему количеству пользователей, является внедрение водородных автомобилей в виде автобусов с нулевым уровнем выбросов. Считает-

ся, что такой автобус использует электрическую энергию, вырабатываемую из водорода в топливных элементах, установленных в ней, или только в двигателе, цикл которого не приводит к выбросу парниковых газов или других веществ, охватываемых системой управления выбросами парниковых газов [7]. Примером реализации этого вида автобусов является оператор, работающий в Германии, в Кельне или Вуппертале. Кроме того, стоит отметить, что этот вид транспорта приобрел настолько хороший характер, что был подписан тендер на поставку парка из 40 автомобилей.

Выводы

Транспортные средства, работающие на водороде, несмотря на многие скептические оценки и опасения общественности, главным образом из-за незнания, имеют шанс стать альтернативой оценке обычных транспортных средств.

Состояние использования таких транспортных средств в различных странах, представленное в статье, указывает на постепенно нарастающий интерес к зеленым транспортным технологиям и поиск различных решений, способных поддержать устойчивое развитие транспорта.

Однако из-за общего количества транспортных средств в мире и существующих традиционных автозаправочных станций, предпринятые действия являются лишь каплей в море потребностей в случае глобального транспорта. Следует помнить, что все действия, направленные на популяризацию и образование в области новой мобильности, требуют усилий для изменения отношения общества. Более того, этот вызов может быть оплачен в форме среды, в которой транспорт будет дружелюбным для человека, а не против общества.

Литература

1. Рагимов Э.А. Влияние альтернативных топлив на окружающую среду// Транспорт на альтернативном топливе. – 2020. №2 (74). – С.64-70.
2. Рагимов Э.А. Влияние электромобилей на экологию // Международный журнал перспективных исследований. – 2020. - №10 (1). – С50-66. DOI:<https://doi.org/10.12731/2227-930X-2020-1-50-66>.
3. Ахтнихт М., Бюлер Г., Гермелинг С. Влияние наличия топлива на спрос на автомобили с альтернативным топливом. // Исследование транспорта. Часть D: Транспортная среда.– 2012. -№17 (3). - С.262-269.
4. Чех П., Турон К., Барчик Дж. Автономный транспорт - основные вопросы. // Научный журнал Силезского технологического университета. Серии Транспорт.- 2018. -№100. – С.15-22.
5. Эззат М., Динджер И. Разработка и оценка нового гибридного транспортного средства с аммиаком и водородом. // Прикладная энергия. – 2019. – С. 226-239.
6. Гизель Ф., Нобис С. (2016) Влияние каршеринга на владение автомобилем в немецких городах. // Процедура транспортных исследований. – 2016. - №19. - С.215 - 224.

7. Грановский М., Динджер И., Розен М.А. Экономическое и экологическое сравнение обычных, гибридных, электрических и водородных транспортных средств на топливных элементах.// Журнал источников энергии. – 2006. - №159 (2). - С.1186-1193.

8. Кубик А., Туронь К., Станик З. Транспортные средства систем каршеринга и такси в городской транспортной системе - правовые требования, техническое обслуживание, эксплуатация. /По материалам «Международной конференции по транспортному и транспортному проектированию. 27-28 сентября 2018 года, Белград, Сербия», City Net Научно-исследовательский центр, 2018. – С. 923-930.

9. Турон К., Кубик А., Лазарз Б., Чех П., Станик З. Системы каршеринга в контексте эксплуатации автомобилей. По материалам «Международной автомобильной конференции. 13-14 сентября 2018, Краков, Польша», Бристоль: Издательство Института Физики, 2018. - С.1-10.

10. Уанд Дж. (2011) История топливных элементов. Часть 2. -[Электронный ресурс]. URL: http://ogniwapaliwowe.info/Fuel_Cell_History_2.pdf.

11. Бюро по энергоэффективности и возобновляемым источникам энергии США. Водородная политика, 2019. -[Электронный ресурс]. URL: <https://www.energy.gov/eere/fuelcells/fact-month-18-01-january-29-there-are-39-publicly-available-hydrogen-fueling-stations>.

12. Шин Дж., Хван В., Чой Х. (2019) Могут ли транспортные средства, работающие на водородном топливе, стать устойчивой альтернативой на рынке транспортных средств? - [Электронный ресурс]. URL:<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0040162518307510>.

13. Мехрерди Х. (2019) Автономная солнечная зарядная станция для электрических и водородных транспортных средств, включая топливные элементы и хранилище водорода. Международный журнал по водородной энергетике. - [Электронный ресурс]. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0360319919311668>.

14. Глобальный рынок транспортных средств на водородных топливных элементах. (2018) Устойчивый путь для перехода к энергетике в Европе. - [Электронный ресурс]. URL:https://www.fch.europa.eu/sites/default/files/20190206_Hydrogen%20Roadmap%20Europe_Keynote_Final.pdf.

15. Портал экономии топлива. (2019) Автомобили на топливных элементах – мировое сравнение. - [Электронный ресурс]. URL: https://www.fueleconomy.gov/fev/fev_sbs.shtml.

Сведения об авторе

Рагимов Эльмар Агарагим оглы, кандидат техн. наук, ведущий научный сотрудник Института Географии имени акад. Г.Алиева Национальной Академии Наук Азербайджана,
AZ1143, Азербайджан, г. Баку, пр. Г.Джавида, 115
E-mail: elmar_rahimov@yahoo.com.

НОРМАТИВНОЕ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТРАНСПОРТНОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ НАСЕЛЕНИЯ В ГОРОДАХ

Кандидат технических наук, доцент **Кравченко А.Е.**
(Кубанский государственный технологический университет)

REGULATORY IMPROVEMENT OF PUBLIC TRANSPORT SERVICES IN CITIES

Ph. D. (Tech.), Associate Professor **Kravchenko A.E.**
(Kuban State Technological University)

Пассажирский транспорт, услуга, сегментация, рынок, затраты времени на поездку, норматив, оценка, эффективность.

Passenger transport, service, segmentation, market, travel time, standard, evaluation, efficiency.

Отражена взаимосвязь процесса развития урбанизированного общества и системы транспортного обслуживания населения в городах. Представлено распределение объемов транспортных услуг с учетом уровня автомобилизации. Приведены сравнительные показатели затрат времени пассажиров на передвижение по видам пассажирского транспорта. Рекомендованы нормативные затраты времени населения на поездку. Предложен показатель оценки эффективности транспортной работы пассажирского автотранспорта по нормативному времени рейса.

The article reflects the relationship between the development of an urbanized society and the system of transport services for the population in cities. The distribution of the volume of transport services, taking into account the level of motorization, is presented. Comparative indicators of passenger time spent on movement by types of passenger transport are given. Recommended standard time spent by the population on a trip. An indicator for evaluating the efficiency of transport work of passenger vehicles according to the standard flight time is proposed.

Введение

Современное общество становится все более урбанизированным. Урбанизация современного времени характеризуется не столько ростом числа городов, сколько разрастанием крупных и крупнейших, что сопровождается органическим срастанием их с природными территориями, выделением крупного города - ядра (центра), а также «маятниковой» миграцией населения в городской агломерации от периферии к центру и обратно. Такое состояние города требует гармоничного развития всей системы транспортного обслуживания населения, а также нормативного совершенствования транспортного обслуживания на условиях полного удовлетворения потребностей населения в перевозках и дополнительных услугах. Это потребует повышения и гибкости взаимодействия перевозочных технологий для своевременного освоения перевозчиками массовых (мощных) пассажиропотоков, особенно в часы «пик», использования маркетингового подхода к управлению функционированием и развитием рынков пассажирских транспортных услуг [1,2].

Распределение объемов транспортных услуг с учетом уровня автомобилизации населенного пункта

Концентрация населения в городах сопровождается увеличением потребности населения в различных видах перевозок и зависит, в большой степени, от уровня автомобилизации и числа жителей населенного пункта, где используется населением для перемещения различных уличный и скоростной пассажирский транспорт

общего пользования (ПТОП), а также индивидуальный транспорт. Усиление или ослабление роли ПТОП в освоении мощных пассажиропотоков зависит от проводимой в регионе (стране) транспортной и инвестиционной политики [3].

Для ликвидации трудностей в организации транспортного обслуживания населения необходимо осуществить дифференциацию всего уличного движения по видам перевозок и применяемому подвижному составу. С точки зрения эксплуатации самым радикальным является метод разделения транспорта по вертикали. Например, при организации системы скоростного рельсового транспорта такое разделение может быть сплошным или частичным, когда ПТОП или индивидуальный транспорт выводится на другой уровень в местах пересечения, в одном или нескольких сетевых транспортно-пересадочных узлах (примером может служить Волгоградский трамвай). В таком случае строительные расходы будут минимальны. Во всех остальных случаях, особенно при сооружении подземных тоннелей, инвестиции в развитие транспортной инфраструктуры будут очень высокими.

Разделение транспорта по горизонтали значительно экономичней и включает в себя проведение таких мероприятий, как: выделение отдельных улиц (проезжих частей) исключительно для ПТОП; выделение специальных полос движения для автобусов и легковых такси; создание обособленного полотна для трамвая и др. Предпосылками для горизонтального разделения транспорта является наличие широких улиц и магистралей, а также возможность обслуживания населения

только ПТОП при запрещении в данном районе движения индивидуальных транспортных средств. Дорогостоящее зонирование транспорта по вертикали экономически оправдано при наличии мощных транспортных (пассажиропотоков) потоков.

Горизонтальное же разделение транспортных (пассажиропотоков) потоков, а также организация пересечения магистралей в разных уровнях с железной дорогой экономически эффективны при определенных значениях интенсивности движения транспорта.

Процесс рационального распределения объемов транспортных услуг между различными видами ПТОП играет важную роль при формировании и регулировании цивилизованного рынка транспортного обслуживания населения городов. В таблице 1 приведено рекомендуемое распределение объемов транспортных услуг между различными видами пассажирского транспорта общего пользования с учетом уровня автомобилизации населенного пункта.

Таблица 1.

Распределение объемов транспортных услуг между различными видами пассажирского транспорта общего пользования (%) с учетом уровня автомобилизации города

Число жителей города, тыс. чел.	Уровень автомобилизации города, авт./ тыс. чел.										
	100	150	300	450	200	300	500	200	400	600	900
	Уличный ПТОП				Скоростной ПТОП			Индивидуальный транспорт			
до 50	40	50	55	60	-	-	-	45	55	65	70
51-100	70	60	50	30	-	-	-	40	50	70	80
101-300	60	65	45	40	-	-	-	35	55	60	70
301-500	75	70	60	50	-	-	-	30	40	50	60
501-1000	70	60	50	40	10	15	20	30	35	40	45
1001-1500	70	60	50	40	15	20	25	25	30	35	40
1501-3000	60	65	55	40	15	20	30	20	25	30	35
Свыше 3000	65	50	40	35	30	35	40	20	20	25	30

Примечание к таблице 1: использовались данные исследований автора и Рекомендации по модернизации транспортной системы городов, согласно МДС 30-2.2008, ЦНИИП градостроительства РААСН, г. Москва.

Таблица 2.

Средневзвешенные значения затрат времени пассажиров на поездку к объектам цели с использованием различного ПТОП

Виды ПТОП	Скорость сообщения, км/ч	Время проезда 1 км пути, мин
Автобус	18,2/20,0	3,34/3,31
Троллейбус	17,5/19,1	3,43/3,12
Трамвай	16,9/18,2	3,57/3,29
Автобус и троллейбус по изолированным частично полосам	19,5/20,1	3,08/2,98
Автобус (экспресс)	23,5/26,0	2,55/2,98
Скоростной троллейбус и трамвай	22,0/24,5	2,72/2,41
Троллейбус и автобус в движении по выделенной полосе	25,0/27,0	2,40/2,21
Скоростной трамвай на изолированном частично полотне	25,5/27,5	2,35/2,17
Скоростной троллейбус и автобус по выделенной полосе с автоматическим управлением	28,0/30,1	2,14/1,98
Скоростной трамвай на изолированном полотне	31,0/34,0	1,93/1,74
Метро	41,6/-	1,44/-
Железная дорога (электрифицированная)	45,0/-	1,33/-

Примечание к таблице 2: в числителе - существующие значения по МДС 30-2.2008.; в знаменателе - рекомендуемые значения на перспективу.

Выбранный вид ПТОП для поездки непосредственно оказывает влияние на скорость сообщения и затраты времени пассажиров на передвижение к объектам цели [4-5]. В таблице 2 отражены их фактические и рекомендуемые автором (на основе проведенных исследований) значения на перспективу.

Приведенные в таблице 2 значения затрат времени пассажиров на поездку к объектам цели с использова-

нием различных видов ПТОП можно принять за нормативные и использовать при формировании расписания движения с оценкой соответствия перевозочного процесса нормативному времени корреспонденции. Также заявленные нормативы времени хорошо коррелируют с изучением интегральной транспортной доступности территории и распределения населения на этой территории.

Интегральная транспортная доступность может быть двух видов (по рекомендациям Дубовика В.О.) [6]:

Первая – учитывает только время доступности для каждой территории расселения в городской агломерации, которая определяется формулой:

$$ТД^{1ij} = \sum_{i=1}^n t_{ij} \times \frac{1}{n-1}, \quad (1)$$

где $ТД^{1ij}$ – интегральная транспортная доступность для всех точек территории расселения в городской агломерации, i – для любой точки j ;

t_{ij} – время на преодоление пути от точки i до каждой точки j территории городской агломерации.

Вторая – учитывает пассажиропоток любой точки j до всех точек городской территории агломерации i и рассчитывается по формуле:

$$ТД^{2ij} = \sum_{i=1}^n t_{ij} \times \frac{\Pi_i}{t_{ij}}, \quad (2)$$

где Π_i – пассажиропоток i -ой точки городской агломерации;

n – число точек территории расселения в городской агломерации.

Интегральная транспортная доступность в конкретном городе (агломерации) зависит от потенциала поля расселения людей $C_{пр}$. В связи с чем, потенциал поля расселения $C_{прij}$ с учетом всех точек территории i и проживающего населения $Ж_i$ для любой точки j можно выразить формулой:

$$C_{прij} = \sum_{i=1}^n t_{ij} \times \frac{Ж_i}{L_{ij}}, \quad (3)$$

где L_{ij} – расстояние от точки территории городской агломерации j до каждой точки i ;

$Ж_i$ – численность населения в определенной точке города.

Величина L_{ij} показывает расстояние от точки проживания населения к месту его посадки в транспорт, что позволяет управлять степенью влияния этого расстояния на итоговые значения потенциала поля расселения людей. В данном случае, чтобы на значение потенциала поля расселения людей, в рамках городской агломерации, не оказывали сильное влияние удаленные точки, необходимо использовать квадрат удаленности.

В основе расчета удаленности L_{ij} лежит поиск оптимального пути следования (маршрута) между двумя точками территории городской агломерации с учетом работы ПТОП. При этом, между двумя точками территории городской агломерации должен определяться самый короткий совокупный путь (пешком и в движении) по времени достижения цели, в том числе, с учетом возможности использования прямых смешанных (мультимодальных) поездов городского ПТОП. Для получения всех возможных значений необходимо построить матрицу расстояний и времени движения между исследуемыми точками территории городской агломерации, что позволит выбрать оптимальные (кратчайшие) расстояния, по которым должны быть проложены маршруты ПТОП и сформированы матрицы пассажиропотоков (пассажирских корреспонденций). Необходимо также отметить, что чем выше значение $C_{прij}$, тем

больше населения будет привлечено к посещаемому объекту с использованием различных видов ПТОП, а это, в свою очередь, потребует организации дополнительных маршрутов и количества единиц подвижного состава, координации их функционирования в сетевых транспортно-пересадочных узлах, а также соответствующей оценки эффективности транспортной работы пассажирского автотранспорта по времени рейса [7-10].

Прогнозирование пассажирских корреспонденций в городах

Прогнозирование пассажирских корреспонденций в городах тесно связано с процессом развития комплексных транспортных систем и используется, главным образом, на стадиях градостроительного проектирования при формировании генпланов развития городов. Основными методами при прогнозировании пассажирских корреспонденций в городах являются следующие [11]:

1. Методы формирования матрицы пассажирских корреспонденций: **а)** с использованием гравитационной модели, т.е. построение матрицы пассажирских корреспонденций осуществляется посредством определения устойчивых связей всех образующих и принимающих точек на территории города. Недостатком данного метода является то, что в реальности не все пассажирообразующие точки корреспондируют между собой. Поэтому ошибка в прогнозе может достигать 30-40%; **б)** метод управляемой матрицы пассажирских корреспонденций. Данный метод более совершенный и отличается от первого метода тем, что в матрицу вносят исправления: выявляют связи, по которым корреспонденции между точками территории города отсутствуют, и в соответствующей клетке матрицы ставят «0». Использование метода управляемой матрицы позволяет снизить ошибку прогноза на 15-20%; **в)** анкетный метод является наиболее точным, т.к. обеспечен опросом населения и использованием статистических данных о формировании матрицы пассажиропотоков (корреспонденций). Перечисленные методы формирования матрицы пассажирских корреспонденций могут определяться теоретическими или эмпирическими зависимостями двух рассматриваемых районов города от количества местных жителей районов и мест притяжения трудового населения и других факторов.

2. Экстраполяционный метод, позволяющий учитывать существующую интенсивность пассажирских корреспонденций между корреспондирующими районами с возможностью корректировки с использованием специальных расчетных коэффициентов. Эти коэффициенты учитывают прирост пассажиропотоков при перспективных изменениях в планировке города, экономической и политической ситуации и др. Данный метод в практике транспортного моделирования преимущественно используется в условиях стабильной экономической и политической ситуации, при небольшом темпе роста городов, а также сроках прогноза – не более 3-5 лет.

3. Метод, использующий коэффициенты роста транспортной подвижности населения, для определения закономерностей изменения пассажиропотоков во времени (в течение дня, недели, месяца, сезона года) и пространстве. Данный метод является наиболее перспективным при решении задач транспортного планирования территорий.

Оценка нормативного транспортного обслуживания населения в городах

В настоящее время среднее время на передвижение населения в городах, на примере Краснодарской агломерации, в часы «пик» превышает 60 мин, что, как минимум, на 20 мин превышает нормативные значения, обозначенные в СП 42.13330.2016 - «Градостроительство. Планировка и застройка городских и сельских поселений». МДС 30-2.2008 «Рекомендации по модернизации транспортной системы городов» предусматривает еще более жесткие требования по нормативным (допустимым) затратам времени населения на передвижение к объектам цели (таблица 3).

Таблица 3.

Рекомендуемые затраты времени населения на поездку

Населенный пункт, тыс. чел.	Затраты времени населения на поездку для 90% трудящихся, не более мин	Затраты времени населения на автомобильную доступность центра населенного пункта, не более мин
100	30	15
250	32	16
500	35	17
1000	40	20
3000	45	25
10000	50	30
15000	60	40

Рекомендуемые затраты времени населения на передвижение (см. таблица 3) влияют на процесс проектирования такой трассы маршрута, по которой обеспечивается соблюдение нормативного времени рейса и оценивается эффективность транспортной работы пассажирского автотранспорта по времени рейса.

Показатель, оценивающий эффективность транспортной работы пассажирского автотранспорта по времени рейса (K_p), рекомендуется автором определять по следующей формуле [12,13]:

$$K_p = \sum_{k=1}^m \left[\frac{B_{Ai}^H \cdot \eta_{cm} \cdot l_{cp}^{расч} \cdot Q_{B_{Ai}}^{\phi} \cdot l_{cp}^{\phi}}{t_p^H \cdot t_p^{\phi}} \right], \quad (4)$$

где k – количество рейсов автобусов за смену на регулярном маршруте, шт.; $Q_{B_{Ai}}$ – объем перевозки пассажиров всеми автобусами i -го типа за рейс на регулярном маршруте, пасс.; t_p^H , t_p^{ϕ} – соответственно нормативное и фактическое время рейса (корреспонденции) автобусов i -го типа на регулярном маршруте, мин. Нормативное время на передвижение населения с привязкой к группе городов задается по данным таблицы 3; l_{cp}^{ϕ} , $l_{cp}^{расч}$ – средняя дальность поездки пассажиров на регулярном маршруте соответственно фактические и расчетные значения, км; B_{Ai} – средняя номинальная вместимость автобусов на регулярном маршруте, пасс.:

$$B_{Ai} = \sum_{i=1}^n A_i \cdot m_i / N_{Ai} \quad (\text{где: } A_i \text{ – количество автобусов}$$

i -го типа на регулярном маршруте, ед.; m_i – номинальная вместимость автобусов i -го типа, пасс.; N_{Ai} – общее

количество автобусов на регулярном маршруте, ед.); η_{cm} – коэффициент сменности пассажиров за рейс на регулярном маршруте.

Выводы

В условиях ежегодного роста легковых автомобилей в городах следует больше уделять внимание: систематическому обследованию пассажиропотоков (пассажирских корреспонденций) и интенсивности движения транспортных потоков в течение всего года; совершенствованию организации транспортного обслуживания населения с более высокой наполняемостью (вместимостью) подвижного состава; нормированию скоростей пассажирского транспорта общего пользования для совершенствования расписания движения; выделению специальных полос для маршрутного транспорта и легковых такси с целью обеспечения нормативного времени на передвижение населения к объектам цели; обеспечению развития альтернативных видов перевозок пассажиров и сетевых транспортно-пересадочных узлов [14-17].

Литература

1. Кравченко А.Е. Методика оценки конкурентного потенциала субъектов перевозочного бизнеса, осуществляющих гибкие транспортные услуги пассажирским автомобильным транспортом в курортных зонах // Транспорт: наука, техника, управление. ВИНТИ РАН - 2013. - № 1. - С. 43-49.
2. Балабаева И.Т. Особенности функционирования общественного пассажирского транспорта // Автомобильный транспорт. - 2014. - №4. - С. 44-49.
3. Кравченко А.Е. Основные направления устойчивого развития и функционирования пассажирского автомобильного транспорта // Грузовое и пассажирское автотранспортное хозяйство. - 2010. - №3. - С. 49-55.
4. Кравченко А.Е. Современные проблемы транспортной науки, техники и технологии: учеб. пособие / А.Е. Кравченко, Е.А. Кравченко. – Краснодар: Изд. «Издательский Дом-Юг», 2011. - 154 с.
5. Кравченко А.Е. Управление качеством пассажирского транспортного сервиса: теория, методология, технология: монография / А.Е. Кравченко, Е.А. Кравченко. – Краснодар: Изд. ФГБОУ ВО «КубГТУ», 2017. – 320 с.
6. Дубовик В.О. Методы оценки транспортной доступности территории // Региональные исследования. Смоленск. – 2013. - №4 (42). - С.11-18.
7. Кравченко А.Е. Определение транспортной доступности населения с использованием пассажирского транспорта общего пользования / А.Е. Кравченко, Е.А. Кравченко, Д.П. Попов. Проблемы качества и эксплуатации автотранспортных средств: материалы XIII междунар. заоч. научно-техн. конф. – Пенза: ПГУАС, 2017. – С. 222-228.
8. Попов А.А. Оценка территориальной дифференциации качества городской среды. Москва. Автореф. дисс. к.г.н. - М.: 2008.
9. Уткин А.А. Географический анализ общественно-го транспорта крупного города: территориальная организация и взаимодействие с населением: на примере Твери. Автореф. дисс. к.г.н. – Тверь, 2008.
10. Кравченко Е.А. Транспортная планировка городов: Учеб. Пособие / Кубан. гос. технол. ун-т.- Краснодар: Изд. ГОУ ВПО «КубГТУ». 2010.-245 с.

11. Кравченко А.Е. Формирование системы перевозочных процессов пассажирским автомобильным транспортом в курортных зонах. / А.Е. Кравченко. Монография / Кубан. гос. технол. ун-т. – Краснодар: Издательский Дом – Юг, 2010. - 468 с.
12. Кравченко А.Е. Конкурентоспособность видов транспорта в курортной зоне на основе логистической теории качества транспортного обслуживания населения автобусным транспортом / Е.А. Кравченко, А.Е. Кравченко // Международный журнал экспериментального образования. - 2015. - № 6. - 8 с.
13. Кравченко А.Е. Методика расчета стоимостной оценки времени движения населения курортных зон при выборе вида транспорта для поездки / А.Е. Кравченко // Грузовое и пассажирское автохозяйство.- М. – 2010.- № 6. -10 с.
14. Кравченко А.Е. Геоинформационные системы в логистических процессах на пассажирском транспорте: теория и практика: монография/ А.Е. Кравченко. Е.А. Кравченко, А.В. Осенняя. – Краснодар: Изд. ФГБОУ ВО «КубГТУ», 2018. – 227 с.
15. Кравченко А.Е. Научные исследования в транспортно-дорожном комплексе / А.Е. Кравченко, Е.А. Кравченко. Монография. - Краснодар: ООО РИЦ «Мир Кубани», 2012.–200 с.
16. Кравченко А.Е. Теория пассажирских транспортных систем на автомобильном транспорте в курортных зонах / А.Е. Кравченко. Монография / Кубан. гос. технол. ун-т. – Краснодар: Изд. ФГБОУ ВПО «КубГТУ», 2011.– 400 с.
17. Кравченко А.Е. Концепция повышения логистической эффективности пассажирского транспорта в муниципальных образованиях/ Е.А. Кравченко, А.Е. Кравченко // Менеджмент в России и за рубежом.- 2015. № 5. - 8 с.

Сведения об авторе

Кравченко Алексей Евгеньевич, к.т.н., доцент кафедры «Транспортные сооружения», Кубанский государственный технологический университет, Россия, Краснодар, 350072, ул. Московская, 2.
Тел. 8(960)485-28-46
E-mail: pupsan2003@mail.ru.

СИСТЕМА КАЧЕСТВА В ТРАНСПОРТНОЙ СЕТИ МЕГАПОЛИСА

Кандидат техн. наук, доцент **Брагинский С.А.**,
 кандидат техн. наук, доцент **Фаддеева Е.Ю.**,
 старший преподаватель кафедры **Кузьмичева Е.О.**,
 кандидат техн. наук, доцент **Ивахненко А.А.**

(Московский автомобильно-дорожный государственный технический университет. ГТУ - МАДИ)

QUALITY SYSTEM IN THE TRANSPORT NETWORK OF THE METROPOLIS

Ph.D. (Tech.), Associate Professor **Braginsky S.A.**,
 Ph.D. (Tech.), Associate Professor **Faddeeva E.Y.**,
 Senior lecturer **Kuzmicheva E.O.**,
 Ph.D. (Tech.), Associate Professor **Ivakhnenko A.A.**

(Moscow Automobile and Road Construction State Technical University. MADI)

Транспорт, мегаполис, транспортная сеть, качество услуг.

Transport, megacity, transport network, quality of services.

В данной статье определено понятие системы качества транспортной сети мегаполиса, рассмотрена структура транспортной сети городов-мегаполисов. Уточнено содержательное наполнение понятия «транспортная система мегаполиса» через определение сущности ее составляющих (транспорта, мегаполиса транспортной системы). Также определены основные критерии качества услуг пассажирского транспорта мегаполиса, в том числе, безопасность, надежность, комфорт и удобство, время предоставления услуг, уровень платы за услуги, доступность информации о работе пассажирского транспорта, обслуживающий персонал транспортной сети. Сделан вывод о том, что приоритеты развития транспортных сетей мегаполисов связаны с необходимостью автоматизированного контроля всей систем управления дорожным движением.

This article defines the concept of the quality system of the transport network of a megalopolis, and considers the structure of the transport network of megalopolises. The content of the concept of "megalopolis transport system" is clarified by defining the essence of its components (transport, megalopolis transport system). Also specifies the basic criteria of quality of passenger transport services of the metropolis, including, safety, reliability, comfort and convenience, the time of service, level of fees, the availability of information on the work of passenger transport, staff transport network. It is concluded that the priorities for the development of transport networks in megacities are related to the need for automated control of all traffic management systems.

Актуальность исследования обусловлена тем, что транспортная система города является важной сферой жизни мегаполиса. Эффективное управление транспортной системой города обеспечивает устойчивое экономическое и социальное развитие общества. Однако увеличение количества автомобильного транспорта в городах России, рост расходов на содержание и эксплуатацию автомобильного транспорта, формирования новых логистических маршрутов, рост пассажиропотока ставит перед региональными органами и органами местного самоуправления новые вызовы. Они требуют современных подходов к управлению работой городского пассажирского транспорта, который входит в транспортную систему города и выполняет одну из важнейших функций обеспечения экономического развития территорий.

Особенно отличается Москва, которая обладает одной из лучших в своем классе систем общественного транспорта: она высокоэффективна, относительно доступна и удобна, и, кроме того, доля всех видов транспорта в ее использовании увеличилась на 10 % с 2010 года. За последние годы заметно повысился уровень развития железнодорожной инфраструктуры. Одним из главных шагов стало масштабное расширение метропо-

литена: с 2010 по 2017 год было построено 61 станция метро, включая запуск Московского центрального кольца. Эффективность работы общественного транспорта была значительно повышена благодаря оптимизации маршрутов наземного общественного транспорта, значительному увеличению выделенных автобусных полос (прибавка примерно 285 км с 2010 года) и обновлению автобусного парка. В связи с этим приобретают актуальность вопросы качества транспортных сетей мегаполисов.

Теоретические аспекты развития транспортной системы города нашли отражение в научных трудах исследователей, в частности, Е.С. Аكوпова, П.Г. Гереева [1], Л.В. Баша [2], С.Н. Бобылев, О.В. Кудрявцева, С.В. Соловьева [3], А. В. Вельможин [4], В.Г. Галабурда [5], Р.В. Горбанев [6], В. Марченко [7], М. С. Фишельсон [8] и других. Однако решения современных проблем управления транспортной системой мегаполиса требует проведения научных исследований, которые должны учитывать особенности экономики городов страны с целью усовершенствования механизма управления транспортной системой города.

Система менеджмента качества является частью системы менеджмента организации, которая направлена на

достижение результатов в соответствии с целями в области качества для удовлетворения потребностей, ожиданий и требований заинтересованных сторон [9]. Применительно к мегаполису система качества направлена на удовлетворение потребностей, ожиданий и требований всех субъектов рынка – производителей, потребителей транспортных услуг, а также потребителей и органов власти мегаполиса. Интересы и цели данных субъектов разные. Пассажиры заинтересованы в быстром, комфортном и безопасном передвижении по городу с приемлемой стоимостью проезда. Транспортные предприятия и частные перевозчики имеют целью получение максимально возможной прибыли за свои услуги.

Транспортная система мегаполиса предлагает территориальное сочетание взаимосвязанных видов транспорта и транспортной инфраструктуры, действующих в пределах города, и удовлетворяет потребности различных отраслей хозяйственного комплекса и населения в процессе транспортировки пассажиров и грузов.

Структура транспортных систем городов-мегаполисов представляет собой единую транспортную систему, состоящую из многих видов транспорта и маршрутов: наземного, подземного, водного и воздушного, включая метро, автобусы, легковые и грузовые автомобили, трамваи, троллейбусы, железные дороги и аэродромы.

Органы власти мегаполиса призваны обеспечивать перевозку жителей с учетом всех экономических, правовых, технических, социальных и экологических требований и ограничений. Кроме того, именно органы власти мегаполиса должны соблюдать баланс заинтересованности пассажиров и перевозчиков, а также интересов города и перспектив развития транспортной сети.

Критерии оценки потребителями качества услуг являются преимущественно отвлеченными и нематериальными, что затрудняет процесс их обнаружения и определения. Во время оценки критериев качества следует учитывать, что один и тот же критерий качества услуги может восприниматься потребителями по-разному, в зависимости от его ценности для конкретной группы потребителей и их ожиданий от данной услуги. Качество транспортного обеспечения определяет уровень финансовых затрат и экономическое состояние конкретного мегаполиса. Эти показатели в свою очередь дают возможность создавать сферу материального производства.

Среди основных критериев качества услуг пассажирского транспорта мегаполиса можно выделить следующие: безопасность, надежность, комфорт и удобство, время предоставления услуг, уровень платы за услуги, доступность информации о работе пассажирского транспорта, обслуживающем персонале транспортной сети (табл. 1).

Таблица 1.

Критериев качества услуг пассажирского транспорта мегаполиса

Критерии	Характеристика
Безопасность	Несмотря на аварийность в транспортной отрасли, потребители транспортных услуг особое внимание обращают на их безопасность. Первоочередную роль в обеспечении этого критерия играет состояние транспортных средств и человеческий фактор
Надежность	Этот критерий качества услуг напрямую зависит от безопасности предоставления транспортных услуг. Кроме этого, пользователям пассажирского транспорта важно определенность и уверенность в том, что в ожидаемое время он получит необходимую транспортную услугу. Для грузовых перевозок этот критерий означает уверенность в осуществлении указанной услуги по перевозке в полном объеме
Комфорт и удобство	Потребители услуг заинтересованы в комфортных и удобных поездках к месту назначения, удобных остановочных и пересадочных пунктах. Загруженность транспортной сети, ее пропускная способность влияет на скорость движения транспорта, на время в пути. Сегодня, когда количество частного транспорта мегаполисов и городов их спутников существенно возросла, транспортные сети, которые были разработаны под другую пропускную способность, не способны пропустить имеющееся количество подвижных единиц, особенно в часы пик. Поэтому для городов России вопрос загруженности и состояние транспортной сети, ее влияние на качество услуг является особенно актуальным
Время предоставления услуг	Потребители транспортных услуг заинтересованы в быстром выполнении их заказа. При выборе вида транспорта, в быстром темпе жизни сегодняшнего дня, пассажиры значительное внимание обращают на время пребывания не только в транспортном средстве, но и на время подхода от места назначения до остановки транспортного средства. Для пользователей грузового транспорта время пребывания грузов в пути и время вспомогательных услуг также является важным, поскольку они заинтересованы в быстрой доставке своего груза конечному потребителю
Уровень платы за услугу	Одним из важных критериев выбора вида транспорта потребителями является стоимость услуги. Потребители заинтересованы в получении транспортной услуги при наименьших денежных затратах. Предприятия, предоставляющие транспортные услуги также заинтересованы в предоставлении услуг существующего уровня сервиса, но при наименьших затратах
Доступность информации о работе пассажирского транспорта	Осведомленность потребителей в транспортных услугах, их особенностях делает эти услуги более доступными для конечного потребителя
Обслуживающий персонал транспортной отрасли	От компетентности, коммуникабельности и доброжелательности водителей и обслуживающего персонала зависит конечное восприятие потребителем полученной услуги, а следовательно, ее качества

Важным и нераздельным моментом в реализации качественной и эффективной работы транспортного комплекса является техническое состояние подвижного состава и дополнительного оборудования, качество сети автомобильных дорог и придорожной инфраструктуры, уровень квалификации рабочих и уровень организации контроля качества услуг.

Качество транспортных услуг и их конкурентоспособность в значительной степени зависят от инновационного потенциала транспортной системы. Инновационный потенциал транспортной сети мегаполиса – это способность субъекта хозяйствования к постоянному совершенствованию предоставляемых транспортных услуг или созданию новых (конкурентоспособных на рынке) в соответствии с потребностями потребителей.

Для решения транспортных проблем в мегаполисах нужно применять грамотный подход к развитию общественного транспорта. Создание приоритетного движения, выделенных полос с жестким видео и автоматизированным контролем нарушений также приносит ощутимый эффект. Зонирование города с последующим ограничением въезда техническими, экономическими и законодательными средствами может быть менее эффективно, но есть во многих мегаполисах. Основной задачей транспортных сетей мегаполисов является обеспечение автоматизированного контроля всей системы управления дорожным движением.

Таким образом, качество транспортной сети мегаполиса – понятие комплексное, которое постоянно развивается и совершенствуется. Мировые тенденции свидетельствуют, что качество транспортной сети мегаполиса должно обеспечивать потребности и ожидания потребителей. Соответственно возрастает важность определения факторов, влияющих на качество обслуживания, а также основных критериев, которые определяют качественные характеристики услуг пассажирского транспорта мегаполиса. К ним отнесены: безопасность, надежность, комфорт и удобство, время предоставления услуг, уровень платы за услуги, доступность информации о работе пассажирского транспорта, профессионализм обслуживающего персонала транспортной сети.

Литература

1. Акопова Е.С., Гереева П.Г. Пассажирский транспорт мегаполиса: новые модели, технологии перевозок // Сборник научных трудов SWorld. – 2013. – Т. 1. – № 4. – С. 27-33.

2. Баша Л.В. Городской транспорт, как часть информационно-пространственной среды мегаполиса // В книге: Город - территория дизайна: Проектная культура, проблемы мифологии и типологии среды. Тезисы Всероссийской научной конференции, 2013. – С. 134-137.

3. Бобылев С.Н., Кудрявцева О.В., Соловьева С.В. Индикаторы устойчивого развития для городов // Экономика региона. – 2014. – № 3 (39). – С. 101-110.

4. Вельможин А.В. Теория транспортных процессов и систем: Учебник для ВУЗов. / А.В. Вельможин, В.А. Гудков, Л.Б. Миротин. – М.: Транспорт, 1998. – 167 с.

5. Галабурда В.Г. Единая транспортная система: Учеб. для вузов / В.Г. Галабурда, В.А. Персианов, А.А. Тимошин и др.; Под ред. В.Г. Галабурды. – М.: Транспорт, 2001. – 303 с.

6. Горбанев Р.В. Городской транспорт / Р.В. Горбанев // Учебник для вузов – М.: Стройиздат, 1990. – 215 с.

7. Марченко В. Эффективное планирование перевозок общественным транспортом / В. Марченко // Автомобильный транспорт, 1997. – № 3. – С. 19-22.

8. Фишельсон М.С. Транспортная планировка городов / М.С. Фишельсон. – М.: Высшая школа, 1985. – 240 с.

9. ГОСТ ISO 9000-2011 Системы менеджмента качества. Основные положения и словарь. Официальное издание.- М.: Стандартинформ, 2018.

Сведения об авторах

Брагинский Сергей Александрович, к.т.н., доцент кафедры «Менеджмент» МАДИ – 125319, Москва, Ленинградский проспект, 64.
Тел. моб. +7-903-363-33-23
E-mail: agractur@gmail.com.

Фаддеева Екатерина Юрьевна, к.т.н., доцент кафедры «Менеджмент» МАДИ.
Тел. моб. +7-985-846-75-06
E-mail: faddeeva84@mail.ru.

Кузьмичева Екатерина Олеговна, старший преподаватель кафедры «Менеджмент» МАДИ.
Тел. моб. +7-915-300-40-50
E-mail: katosha1989@mail.ru.

Ивахненко Андрей Андреевич, к.т.н., доцент кафедры «Менеджмент» МАДИ.
Тел. моб. +7-915-487-19-77
E-mail: ivakhnenko_aa@inbox.ru.

**ВЫЯВЛЕНИЕ И ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ЧЕЛОВЕЧЕСКОГО ФАКТОРА
В ВОЗНИКНОВЕНИИ ДОРОЖНО-ТРАНСПОРТНОГО ПРОИСШЕСТВИЯ**

Кандидат техн. наук, доцент **Ильина И.Е.**
(Пензенский государственный университет архитектуры и строительства)

**IDENTIFICATION AND ASSESSMENT OF THE INFLUENCE OF THE HUMAN FACTOR
IN THE OCCURRENCE OF A ROAD ACCIDENT**

Ph.D. (Tech.), Associate Professor **Irina I.E.**
(Penza state University of architecture and construction)

Безопасность дорожного движения, дорожно-транспортное происшествие, человеческий фактор, участники дорожного движения.

Road safety, road accident, the human factor, road user.

Высокий показатель тяжести аварий на автомобильном транспорте подтверждает необходимость принятия мер по повышению уровня безопасности дорожного движения. Осуществляемые мероприятия в основном направлены на совершенствование активной и пассивной безопасности, т.е. на применение технических средств и инженерных решений. Но, не стоит забывать, что человек является главным элементом системы и непосредственно от его конкретных действий зависит развитие дорожно-транспортной ситуации. Причины совершения «нарушений» и допущение «ошибок» человеком в различном статусе участника дорожного движения можно предотвратить путем применения системного обучения.

The high severity of accidents in road transport confirms the need to take measures to improve road safety. The implemented measures are mainly aimed at improving active and passive safety, i.e. the use of technical means. But we should not forget that a person is the main element of the system and the development of the road transport situation depends directly on his specific actions. The reasons for committing "violations" and making "mistakes" by a person with different road user status can be prevented by applying systematic training.

Для решения приоритетной задачи государства, связанной с повышением безопасности дорожного движения (БДД) различными ведомствами разрабатываются нормативно-правовые документы, реализация которых потенциально приведет к повышению уровня безопасности дорожного движения. Важный акцент в обеспечении безопасности транспортного процесса делается преимущественно на внедрении инновационных технических разработок. Снизить число аварий и тяжесть последствий можно, не только устраняя недостатки дорожно-транспортной системы, но и предупреждая возможные виды опасностей относительно всех участников дорожного движения.

Дорожно-транспортное происшествие (ДТП) является конечным состоянием системы «человек – транспортное средство – дорога – окружающая среда». И основное место в системе занимает человек, от действия которого, в первую очередь, зависит предупреждение дорожно-транспортных происшествий.

Состояние безопасности дорожного движения следует рассматривать в расширенной системе «водитель – автомобиль – дорога – среда – пешеходы – пассажиры» (ВАДСП₁П₂), функционирование которой обуславливает взаимодействие отдельных элементов и различных подсистем, где водитель, пешеход, пассажир транспортного средства (ТС) являются непосредственными участниками дорожного движения [1].

Согласно официальным данным в РФ проживает 146 млн. жителей [2] и абсолютно все являются участниками дорожного движения. Ежегодно удостоверение на

право управления транспортным средством различных категорий получают более 1 млн. человек [3]. Таким образом, кроме статуса «пешеход» и «пассажир», человек приобретает статус «водитель».

Несмотря на различные условия осуществления транспортных процессов, показатели безопасности дорожного движения в среднем идентичны по всей территории РФ. В соответствии с официальными статистическими данными аварийности на автомобильном транспорте из-за нарушения Правил дорожного движения (ПДД) водителями происходит 84 – 88 % ДТП, из-за нарушения ПДД пешеходами происходит 11 – 13 % ДТП. Сведения о ДТП, произошедших по вине пассажира, не предоставляются. Дети различного возраста выделены в отдельную категорию как участники транспортного процесса. На федеральном уровне ведется учет ДТП «с участием детей до 16 лет» и «по их собственной неосторожности». [1] Очевидно, такой возрастной ценз установлен вследствие того, что до 16 лет человек не способен осознавать последствий своих действий. Именно поэтому только с 16 лет разрешается обучение управлению транспортным средством. Число ДТП, произошедших по причине собственной неосторожности детей, составляет 2 – 4 % ежегодно.

Выявим влияние человеческого фактора на безопасность дорожного движения. При анализе ДТП произошедших по причине человеческого фактора следует различать понятия «ошибка» и «нарушение». В соответствии с государственным стандартом «ошибка» является следствием недостатка в рассуждениях и после-

довательных выводах, а «нарушение» – намеренное уклонение от требуемых правил работы, которое, по сути, является ненужным [3].

Уровень сложности решаемых конкретных дорожно-транспортных задач не всегда соответствует психическим, физическим, социальным характеристикам человека. Участник дорожного движения выполняет ошибочные действия, считая их как верные или необходимые в данной транспортной ситуации, и они непреднамеренны. В ином случае «ошибка» квалифицируется как «нарушение».

Каждому человеку свойственны ограничения возможностей или ошибки. Влияние человеческого фактора на результат какой-либо ситуации изучается как отечественными, так и зарубежными учеными [4]. Понятие «человеческий фактор» по отношению к технике подразумевает характеристики человека и машины, обнаруживающиеся в определенных ситуациях их взаимодействия [5].

По отношению к транспортному процессу существующие причины, способствующие ошибочным действиям человека, можно разделить на объективные (1, 2, 3, 4) и субъективные (5) (рис. 1).



Рис. 1. Классификация причин, способствующих ошибочным действиям участника дорожного движения

На основании проведенных исследований причин аварийности на автомобильном транспорте можно существующую классификацию дополнить группой «Ошибки, вызванные недостаточным уровнем знаний, умений, навыков действий, принятия решений различных категорий участников дорожного движения на улично-дорожной сети».

За последние пятьдесят лет содержание Правил дорожного движения менялось неоднократно. Трансформация коснулась всех пунктов: появились новые термины, знаки, разметка, изменились правила проезда перекрестков, железнодорожных переездов, трамвайных путей и обгона, исключили одни и добавили новые документы в перечень необходимых для водителя, повысились требования к безопасности пешехода, ужесточились специальные условия перевозки детей.

Наличие у участника транспортного процесса актуальных знаний (о правилах безопасного дорожного движения, о поведении на проезжей части и в транспорте, об административной и уголовной ответственности) означает упорядочение ранее полученной соответствующей информации. Наличие навыка безопасного поведения подразумевает повторение и доведение до автоматизма конкретных действий водителя, пассажира, пешехода. В свою очередь, совокупность приобретенных знаний и навыков выполнения конкретных действий будет обеспечивать умения участника дорожного движения сохранять безопасность транспортного процесса [6].

Многочисленные исследования подтверждают, что безопасность транспортного процесса возможно повысить путем обеспечения надежности участников

дорожного движения, в частности водителя. Термин «надежность человеческого фактора» подразумевает способность человека выполнить задачи в конкретных условиях, с учетом различных ограничений, в том числе, и по времени [6].

Невысокое качество подготовки, низкий уровень транспортной культуры и ответственности является одной из преобладающих причин допускаемых ошибок [7]. То есть первоочередной задачей следует рассматривать совершенствование системы обучения.

Одним из направлений решения проблемы повышения надежности является внедрение подготовки в области «человеческого фактора» и психофизиологической подготовки в отношении водителей. Так как действия водителя в преобладающем большинстве случаев являются причиной ДТП, то практически вся деятельность обращена на контроль соблюдения дорожной дисциплины и культуры поведения именно ими [9].

Дорожное движение по своей сути является определенным социальным процессом, в котором разъяснительная работа по БДД имеет приоритетное значение. Поэтому непосредственное влияние на повышение безопасности движения оказывает пропаганда (в основном средства массовой информации) и воспитание (образовательные учреждения) участников дорожного движения, в том числе пешеходов.

Для такой категории участника дорожного движения, как «пешеход» на данный момент не существует программ обучения, а в Правилах им посвящено несколько общих формулировок. Полученные результаты проведенного анализа статистических данных аварийности и научных исследований позволяют утверждать, что повлиять на поведение пешехода достаточно сложно. Одним из возможных путей решения данной проблемы является создание механизма, способствующего повысить заинтересованность к соблюдению установленных правил дорожного движения.

Решение приоритетных задач государства в сохранении жизни и здоровья детей определяет наличие проблемы их подготовки к безопасному участию в дорожном движении. Создание специальных курсов подготовки детей к участию в транспортном процессе путем формирования знаний, умений и соответствующих навыков безопасного поведения на улично-дорожной сети, дисциплинированности и ответственности будет одним из направлений решения проблемы. Еще одним необходимым условием повышения безопасности дорожного движения с участием детей будет являться наличие системы непрерывной их подготовки от детского сада до высшего учебного заведения [10]. В связи с этим можно сделать вывод, что получение новых эмпирических и теоретических знаний, фактов, установление связей между ними может стать источником изменений в принятии решений, а как следствие – умение прогнозировать не только поведение участников дорожного движения, но и развитие конкретной дорожно-транспортной ситуации.

Таким образом, сведение к минимуму допускаемых в процессе дорожного движения ошибок и нарушений ПДД участниками транспортного процесса позволит повысить безопасность дорожного движения.

Повысить надежность человека как участника дорожного движения возможно путем системного обучения и подготовки всех категорий участников дорожного движения.

Литература

1. Показатели состояния безопасности дорожного движения // Официальный сайт <https://гибдд.рф/> (Дата обращения 15.03.2020)
2. Численность и состав населения. [Электронный ресурс] <https://www.gks.ru/folder/12781/> (Дата обращения 02.04.2020)
3. ГОСТ Р МЭК 62508-2014 Менеджмент риска. Анализ влияния на надежность человеческого фактора
4. Кристенсен Ж., Мейстер Д., Фоули П. Человеческий фактор. Т. 1. Эргономика – комплексная научно-техническая дисциплина: Hand book of Human Factors / В. П. Зинченко, В. М. Мунипов. – М.: «Мир», 1991. – Т. 1. – 599 с.
5. Филатов В. П. Большая российская энциклопедия. – М.: Большая российская энциклопедия, 2004. – 450 с.
6. Небылицын В.Д. Надежность работы оператора в сложной системе управления // Хрестоматия по инженерной психологии / Под ред. Б.А. Душкова. – М.: Высш. Шк., 1991. – С. 238-249.
7. Koornstra M. et al. Sunflower: a comparative study of the development of road safety in Sweden, the United Kingdom and the Netherlands. – Leidschendam: Institute for Road Safety Research, 2002. – 324 p.
8. Комаров В.М. Технические системы обеспечения безопасности дорожного движения / В.М. Комаров. – М.: Транспорт, 1990. – 158 с.
9. Злобин А.Д., Пряхин В.Н. Критерии надежности в системе "человек машина" // Сборник научных трудов / ФГОУ ВПО МГУП. – Москва, 2005.
10. Якупов А.М. Формирование транспортной культуры школьников / Дис. докт. техн. наук. спец. 13.00.01. – Магнитогорск, 2009. – 406 с.

Сведения об авторах

Ильина Ирина Евгеньевна, к.т.н., доцент, Заведующая кафедрой «Организация и безопасность движения», Пензенский государственный университет архитектуры и строительства,
440028, г. Пенза, ул. Г. Титова, 28
Тел. +7(902)2077473
E-mail: iie.1978@yandex.ru.

ПРОСТРАНСТВЕННАЯ ТРАНСПОРТНАЯ ТЕОРИЯ КАК ФАКТОР УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ РЕГИОНОВ В РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Аспирант **Ющенко В.В.**

(Кольский научный центр Российской академии наук. ИЭП КНЦ РАН)

SPATIAL TRANSPORT THEORY AS A FACTOR OF SUSTAINABLE DEVELOPMENT OF THE REGIONS OF THE RUSSIAN FEDERATION

Post-graduate **Yushchenko V.V.**

(Kola Scientific Center of the Russian Academy of Sciences. IEP KSC RAS)

Пространственная транспортная теория, развитие железнодорожного транспорта, перевозка грузов, эволюция грузовых перевозок, повышение конкурентоспособности рыночных агентов.

Spatial transport theory, development of railway transport, cargo transportation, evolution of cargo transportation, increasing competitiveness of market agents.

Рассматривается понятие «Пространственная транспортная теория» и ее место в экономической науке, проводится обзор теорий по пространственной экономике, эволюция которых приводит к новому подходу. В современных реалиях развитие каждого предприятия, осуществляющего добычу полезных ископаемых, их переработку и производство готовой продукции, невозможно без собственного развития транспортной составляющей, реализация которого позволит увеличить объемы перевозок грузов, создаст новые рабочие места, обеспечит социально-экономическое развитие в грузообразующих и грузопотребляющих регионах.

The concept of “Spatial transport theory” and its place in economic science are examined, theories on spatial economics are reviewed, the evolution of which leads to a new approach. In the modern world the development of every enterprise, engaged in extraction and processing of minerals, and production of finished products, is impossible without the development of the transport component that requires its own development that is going to allow it to increase the volumes of cargo transportation, create new jobs, ensure social and economic development in cargo-generating and cargo-receiving regions.

Географическое положение России с середины XX века осталось практически неизменным, за исключением границ, которые расширились территорией Крыма в 2014г. Но почему современные россияне отличаются от прежних? Одна из главных причин – переход от плановой экономики к рыночной. Общественная собственность на средства производства, типичная для советского периода России, де-факто сменилась на всех видах транспорта вследствие акционирования и приватизации.

Влияние государства на экономические процессы в России, с учетом огромной территории страны, имеет определяющее значение для развития рыночной экономики, оказывает влияние на изменение форм, методов и сферы государственного регулирования.

Мировая глобализация влияет на экономику каждой страны, формирует вызовы рыночным агентам, которые конкурируют на региональном, национальном и международном рынках. Поиск конкурентных преимуществ является одной из стратегических задач каждого участника рынка и на каждом уровне, и одним из механизмов повышения эффективности деятельности является анализ транспортной составляющей в производстве товаров и услуг. Для организации добычи, транспортировки полезных ископаемых и их переработки необходима развитая инфраструктура, создающая транспортную систему. Это связано с преобладанием в стране отраслей, ориентированных на производство и поставку на экспорт значительных

объемов сырья и металлов. В этих условиях каждый рыночный агент обеспечивает транспортировку грузов различными видами транспорта. Особая роль в этом процессе принадлежит железнодорожному транспорту, который круглосуточно и круглогодично перевозит грузы в адрес получателей, независимо от климатических условий или геологических особенностей.

Экономическое пространство: эволюция подходов

В современном мире роль информации неизмеримо возросла. Информация представляет собой движущую силу, которая определяет развитие технологий и распределения ресурсов. Новые идеи, концепции, гипотезы и теории обеспечивают развитие процессов глобализации и интеграции, как в мире, так и в каждой стране.

Анализ и синтез понятий «пространство» и «экономика», и их теоретическое моделирование, имеет богатое историко-научное наследие. В античной науке Платон предлагает понятие геометрического пространства, что имело большое значение для эволюции науки [1]. Платон первым отделил сознательное пространство от его наполнения. Свои суждения по определению пространства имели такие древние философы, как Аристотель, Левкипп, Эпикур.

Мировая торговля изначально опиралась на конкурентные преимущества отдельных стран, основанные на географических и климатических условиях: шелк и чай из Китая, вина из Испании, лес из России. С ходом развития цивилизации, растут экономические связи

между государствами. Вид и место хозяйственной деятельности рыночных агентов определяются географическим положением, нарастанием удельного веса экономических условий (сравнительные издержки производства и распределения, объем и динамика спроса) [2].

Исследование экономического пространства проводит Иоганн фон Тюнен (начало XIX в.), который предложил модель изолированного государства, в которой размещение сельскохозяйственного производства происходит в зависимости от места сбыта продукции. Альфред Вебер представил теорию промышленного штандорта, где размещение производства определяется по принципу наименьших издержек, включая транспортные (начало XX в.). В 1930-х гг. появляется теория центральных мест, основоположником которой является Вальтер Кристаллер, в которой исследуются функции и пространственные соотношения в расположении населенных пунктов (XX в.) [3].

Даниель Фридрих Лист предложил теорию национальной экономики, в которой сформулирована теория автаркии больших пространств, согласно которой преимущества получают страны (союзы), располагающие большими территориями, отменяются торговые барьеры, возникает ассоциация производительных сил и обеспечивается суверенитет относительно других государств [3].

Отечественная школа региональных исследований представлена работами Н. Колосовского, В. Немчинова, А. Гранберга и др. Исследовательскую деятельность по анализу пространственной экономической деятельности активно ведут современные исследователи [5, 6, 7].

Интеграционные экономические пространства

Глобализация приводит к укреплению региональных экономических союзов как способу повышения конкурентоспособности экономик. Примером экономического союза являются Содружество Независимых Государств (СНГ) и Таможенный союз Казахстана, России и Белоруссии.

Зарубежный опыт торгового объединения стран Северной Америки (Мексика, США, Канада) – соглашение USMCA, которое поддерживает взаимовыгодную торговлю, ведущую к более свободным рынкам, более справедливой торговле и устойчивому экономическому росту в Северной Америке.

Особое значение имеет опыт формирования единого пространства Европейского союза, экономического и политического объединения европейских государств.

Пространственная транспортная теория

Развитие мировой системы производства и потребления потребовало от транспорта организовать грузовые перевозки, когда торговые и транспортные связи изменяются по направлениям и объемам в условиях повышения экологических характеристик транспортной системы.

Конкуренция между различными видами транспорта является внутриотраслевой, при этом каждый вид транспорта представляет собой самостоятельную отрасль. Конкуренция на транспорте заставляет участников транспортного рынка предлагать новые модели перевозок, рассматриваемые в подвижном составе, имеющем технологические преимущества.

Первые модели комбинированных вагонов в России появились в начале XX века. В 1901 году была спроектирована и произведена цистерна-платформа с квадрат-

ным котлом, над которым была установлена платформа для обратной загрузки [8, с. 71]. Выпуск современной модели комбинированного вагона модели 19-795 освоил ПАО «Крюковский вагоностроительный завод». Вагоны предназначены для перевозки глинозема в одном направлении, в обратном - алюминиевых слитков.

Предлагается следующее определение транспортной теории в контексте территориального подхода: «Пространственная транспортная теория - это теория, объясняющая преимущества организации перевозок грузов между регионами во встречных направлениях, за счет разработки и внедрения новых технических решений. Исследуются возможности по снижению расходов на перевозку грузов, в том числе за счет исключения или значительного снижения порожнего пробега».

В связи с этим важными научными задачами являются анализ грузовой базы регионов, управление межрегиональными перевозками и постановка проблемы формирования предложений по совершенствованию существующих и созданию новых конструкций вагонов и контейнеров для перевозки грузов по Российским железным дорогам, учитывающие пространственное направление грузопотоков.

Литература

1. Платон и его эпоха. - М.: Наука, 1979. - 124 с.
2. Минакир П.А., Демьяненко А.Н. Пространственная экономика: эволюция подходов и методов // Пространственная Экономика. - 2010. - №2. - 18с.
3. Кульков В.М. Экономическое пространство: теоретические аспекты и современные процессы // Вестник Московского университета. - Сер. 6.- Экономика. -2014. - № 1. - 4с.
4. Гранберг А.Г. Основы региональной экономики: Учебник для вузов. – М.: ГУ ВШЭ, 2000. – С.25.
5. Корчак Е.А., Серова Н.А. Полярные взгляды на Заполярье: арктическая политика России и зарубежных стран // Контуры глобальных трансформаций: политика, экономика, право. – 2019. – Т. 12. – №5. – С. 145–159.
6. Агарков С.А., Козлов А.В., Федосеев С.В., Тесля А.Б. Основные направления повышения эффективности хозяйственной деятельности в Арктической зоне Российской Федерации // Записки Горного института.- 2018. - Т. 230. - С. 209-216.
7. Турчанинова Т.В., Храпов В.Е., Иванов Т.Н. Формирование условий пространственного взаимодействия инфраструктурных предприятий промышленного рыболовства на Европейском севере // Региональная экономика: теория и практика. – 2016. – № 1(424). – С. 124–133
8. Иванов А.И., Хусаинов Р.М., Бахтизина А.Р. Становление железнодорожного транспорта России 1800–1930 годы // Транспорт и хранение нефтепродуктов и углеводородного сырья.–2016. –№ 4. – С. 70–72.

Сведения об авторе

Ющенко Вячеслав Васильевич, аспирант 3 курса Института экономических проблем им. Г.П. Лузина - обособленного подразделения Федерального государственного бюджетного учреждения науки Федерального исследовательского центра «Кольский научный центр Российской академии наук» (ИЭП КНЦ РАН), Россия, 184209, Мурманская обл., г.Апатиты, ул.Ферсмана, 24а, Тел.: (81555) 7-64-72; тел.моб.: +7 (921) 724-04-57 E-mail: v.yushchenko.arctic@gmail.com.

**КВАНТОВЫЕ СТЕГАНОГРАФИЧЕСКИЕ ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННЫЕ КОМПЛЕКСЫ
С ТЕХНОЛОГИЕЙ РАСПРЕДЕЛЕННЫХ СКРЫТЫХ РЕЕСТРОВ ДЛЯ ЕДИНОЙ СИСТЕМЫ
МОНИТОРИНГА ДВИЖЕНИЯ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ**

Кандидат техн. наук **Раткин Л.С.**
(Научно-производственное предприятие “АРГМ”)

**QUANTUM STEGANOGRAPHIC TELECOMMUNICATION COMPLEXES
WITH THE TECHNOLOGY OF DISTRIBUTED HIDDEN REGISTRIES FOR UNIFIED SYSTEM
OF MONITORING FOR MOVING OF TRANSPORT VEHICLES**

Ph. D. (Tech.) **Rathkeen L.S.**
(Scientific-production enterprise “ARGM”)

Квантовая стеганография (КС), телекоммуникационные комплексы (ТК), технология распределенных скрытых реестров (ТРСР), Единая система трансрегионального и межотраслевого мониторинга (ЕСТММ), движение транспортных средств (ДТС), Центр организации дорожного движения (ЦОДД), Отделение нанотехнологий и информационных технологий (ОНИТ) Российской академии наук (РАН), нормативно-правовые документы (НПД).

Quantum Steganography (QS), Telecommunication Complexes (TC), Technology for Distribution Hidden Registers (TDHR), Unified System for Trans-regional and Inter-Branch Monitoring (USTIM), Moving of Transport Meanings (MTM), Centre of Organization of Road Moving (CORM), Department of Nanotechnologies and Information Technologies (DNIT) of Russian Academy of Sciences (RAS), Normative and Law Documents (NLD).

Рассматриваются квантовые стеганографические (КС) телекоммуникационные комплексы (ТК) с технологией распределенных скрытых реестров. В качестве примеров представлена Система мониторинга перемещений (СМП) транспортных средств (ТС) и Единая система трансрегионального и межотраслевого мониторинга (ЕСТММ) движения транспортных средств (ДТС).

In the article are discussed the Quantum Steganographic (QS) Telecommunication Complexes (TC) with the Technologies of Distributed Hidden Registers (TDHR). As the examples are shown the System of Monitoring of Moving (SMM) of Transport Meanings (TM) and Unified System of Trans-Regional and Inter-branch Monitoring (USTIM) of Moving of Transport Meanings (MTM).

События весны-лета 2020 года в российской экономике и промышленности, связанные с противоэпидемиологическими мероприятиями и необходимостью ужесточения контроля за грузопассажирским трафиком на территории РФ, привели к необходимости повторно рассмотреть научно-промышленным сообществом актуальных вопросов по созданию и эксплуатации различных отраслевых и региональных программно-технических комплексов и их дальнейшей системной интеграции на федеральном уровне [1]. Например, уже в течение ряда месяцев обсуждается вопрос о контроле передвижения всех транспортных средств в Центральном федеральном округе (ЦФО): планируется создание Системы мониторинга перемещений (СМП) транспортных средств (ТС) по территории ЦФО, на создание которой планируется истратить порядка 200 млн. рублей. Не ставя под сомнение необходимость создания СМП ТС и ее объединения Центром организации дорожного движения (ЦОДД) с уже существующими системами на территории российской столицы и Московской области, рассмотрим возможные интеграционные проблемы и перспективные методы их решения.

Рассмотрим интеграционную проблематику. Прежде всего, необходимо отметить, что к СМП ТС ЦФО в ближайшее время планируется подключение еще 16 регионов. Будут включены Белгородская, Брянская,

Владимирская, Воронежская, Ивановская, Калужская, Костромская, Курская, Липецкая, Орловская, Рязанская, Смоленская, Тамбовская, Тверская, Тульская и Ярославская области. Увеличение в СМП ТС с 2 до 18 Субъектов Федерации (в 9 раз, прирост – на 800%) приведет к мониторингу перемещений порядка 20 млн. ТС, зарегистрированных в ЦФО. Практика создания аналогичных систем в РФ и за рубежом предполагает пропорциональный рост обслуживающей инфраструктуры, в частности, количества фото- и видеокамер высокого разрешения, серверов для хранения и обработки видеoinформации и фотоснимков. Создание объединенной СМП ТС по всем 18 регионам позволит сократить правонарушения и обеспечить мониторинг грузопассажирского трафика ЦФО. Но при этом предполагается, что на всех участках СМП ТС ЦФО всех 18 регионов установлены компоненты (например, фото- и видеокамеры, сервера, центры обработки данных), обладающие (с заранее заданной погрешностью) приблизительно одинаковыми высокими техническими характеристиками. Автору публикации неоднократно приходилось принимать участие в проектах по интеграции разнородных информационных систем и программных комплексов (т.н. ликвидация «лоскутной автоматизации») с созданием единого информационного поля обработки данных научно-промышленных и производственно-

технологических предприятий. Практика реализации таких задач свидетельствует, что ряд расходов на ее эксплуатацию (в конкретные периоды времени и/или при определенных условиях) возрастают не пропорционально, а экспоненциально. Для минимизации затрат необходимо периодическое репроектирование определенных участков (фрагментов) системы в соответствии с заранее заданными финансово-экономическими параметрами критериев оптимизации и регулярный реинжиниринг процессов для повышения эффективности работы. Например, в Москве для фото- и видеофиксации правонарушений на дороге используется порядка 2500 камер, в Московской области – свыше 1200 камер фото- и видеонаблюдения, фиксирующих ежедневно проезд от 100 до 120 миллионов автомобилей. Сезонный грузопассажирский трафик в летние месяцы предусматривает экспоненциальную нагрузку на СМП ТС ЦФО накануне выходных дней и праздников в направлении «из Москвы – в область», аналогичная нагрузка, но в противоположную сторону, возникает в преддверии новой рабочей недели. В свою очередь, иерархически нагрузка СМП ТС ЦФО на региональные системы фото- и видеофиксации правонарушений распределяется неравномерно: в определенных субъектах федерации (например, крупных научных и промышленных центрах) периодический экспоненциальный рост на систему более заметен. Создание резервных мощностей частично решает задачу, но ее эксплуатация, сервисное обслуживание и регламентные работы приводят к значительному удорожанию стоимости всей СМП ТС ЦФО, в т.ч., к росту совокупной стоимости владения СМП ТС ЦФО. Для высокоскоростной передачи данных на резервные сервера СМП ТС ЦФО регионов, не испытывающих в период передачи и/или приема данных периодических нагрузок и для существенной минимизации финансовых затрат автором статьи предлагаются телекоммуникационные комплексы (ТК) с применением квантовой стеганографии (КС). Применение технологий распределенных скрытых реестров позволит ограничить доступ к информации различных категорий пользователей в соответствии с заранее установленными протоколами обработки [2-3].

Кроме того, создание СМП ТС ЦФО предполагает достижение не только определенных финансово-экономических, но и конкретных юридически значимых показателей. Например, внедрение СМП ТС в Москве и Московской области позволило за 4 года сократить количество преступлений: например, угонов – в 3,5 раза. Возможна дальнейшая интеграция СМП ТС ЦФО с противоугонными региональными системами субъектов федерации, входящих в ЦФО. Рынок противоугонных систем в РФ неструктурирован. Существует ряд компаний, поставляющих зарубежные программно-технические решения в соответствии с отраслевыми иностранными стандартами, не всегда соответствующими российским. Проблема создания СМП ТС ЦФО, гармонизированной по стандартам с ведущими мировыми производителями, предполагает решение только на федеральном уровне. Необходимо внесение изменений в отечественную законодательную базу с устранением правовых пробелов и внутренних и внешних противоречий в текстах нормативно-правовых документов (НПД), регламентирующих применение СМП ТС в ЦФО и других федеральных округах. Более того, следует предусмотреть возможность создания на базе

СМП ТС ЦФО Единой системы трансрегионального и межотраслевого мониторинга (ЕСТММ) движения ТС. Поиск правовых пробелов и внутренних и внешних противоречий в текстах НПД возможен с помощью квантовых стеганографических [4-5] ТК с технологией распределенных скрытых реестров (ТРСР) для Единой системы трансрегионального и межотраслевого мониторинга (ЕСТММ) движения ТС [6-7].

Проектирование и эксплуатация СМП ТС ЦФО на среднесрочный и долгосрочный период предусматривает не только интеграцию в СМП ТС РФ, но и надежное хранение данных о ТС. Для идентификации, аутентификации и предотвращения угонов ТС в СМП ТС ЦФО будут интегрированы свыше 5 тысяч фото- и видеокomплексов для фотовидеофиксации правонарушений. Чем больше объем накапливаемых и обрабатываемых данных, тем большую ценность он будет предоставлять, в т.ч., для потенциальных нарушителей – взломщиков информационных систем и программно-технических комплексов, хранилищ данных, баз данных и баз знаний. Поскольку СМП ТС ЦФО обеспечивает автоматизацию оперативных служб ЦФО, а в перспективе – в рамках РФ, для круглосуточного мониторинга грузопассажирского трафика [8-9], контроля объема и качества междугородних и международных перевозок и выявления потенциально-опасных водителей и конкретных нарушителей с минимизацией количества ДТП и снижением риска от опасного вождения целесообразно для хранения миллиардов (за месяцы) и триллионов (за десятилетия) записей. (Согласно экспертным оценкам, только в Москве и в Московской области ежедневно фиксируется проезд от 100 до 120 миллионов автомобилей!). Для поддержания и постоянного наращивания систем защиты СМП ТС ЦФО (в перспективе – СМП ТС РФ) необходимо привлечение не только лучших разработчиков, но и высококвалифицированного персонала специализированных подразделений МВД РФ, ФСБ РФ (например, Центра информационной безопасности), ЦОДД, МО РФ и других структур. Также целесообразно проведение работ по разработке СМП ТС не частной компанией, а специально созданной государственной организацией – Федеральным оператором и эксплуатантом СМП ТС.

Выводы

1. Создание и промышленная эксплуатация СМП ТС ЦФО с интеграцией с СМП ТС других федеральных округов предполагает проведение предварительных исследований обеспечения комплексной безопасности мониторинга грузопассажирского трафика [10]. Во-первых, необходим детальный анализ компонентной базы СМП ТС: большинство производимых микросхем, применимых для работы СМП ТС, являются импортными. Иностранная компонентная база не обеспечивает безопасную работу СМП ТС: в частности, невозможно методами неразрушающего контроля однозначно идентифицировать топологию микросхемы. Во-вторых, предприятия – участники проекта СМП ТС становятся функционально зависимыми от импорта микросхем для производства СМП ТС в России. В-третьих, не разработаны методы и программно-технические комплексы для выявления «скрытых закладок» (недокументированных функций), обеспечивающих безопасную эксплуатацию СМП ТС в РФ [11].

2. Более устойчивым, например, с точки зрения обеспечения мониторинга комплексной безопасности грузопассажирского трафика в режиме «24x7» (24 часа, 7 дней в неделю), является проект создания ЕСТММ движения ТС, построенной с применением квантовых стеганографических ТК с ТРСР. Фрагменты данной системы, основанные на изобретении, защищенном патентом в РФ и за рубежом [12], были разработаны автором для функционирования в составе ряда Федеральных информационных систем. Научно-методическое руководство проектом целесообразно предоставить созданному в мае-июне 2020 года Совету по квантовым технологиям Отделения нанотехнологий и информационных технологий (ОНИТ) Российской академии наук (РАН) в сотрудничестве с другими научно-производственными и промышленно-технологическими предприятиями и организациями, например, Международной академией связи.

3. Для гармонизации стандартов российских и зарубежных производителей, в частности, в сфере СМП ТС и ЕСТММ ДТС, необходима корректировка отечественной законодательной базы. Например, целесообразно устранение правовых пробелов и внутренних и внешних противоречий в текстах НПД, их поиск возможен с помощью квантовых стеганографических ТК с ТРСР. Для автоматизации оперативных служб ЦФО (в перспективе – РФ): круглосуточного мониторинга трафика пассажиров и грузов, контроля качества и объемов международных и междугородних перевозок, выявления потенциально-опасных водителей и конкретных нарушителей с минимизацией количества ДТП, снижения риска от опасного вождения - необходимо создание государственной организации – Федерального разработчика и оператора-эксплуатанта СМП ТС и ЕСТММ ДТС.

Литература

1. Резер С.М., Левин С.Б., Носырев И.И. Транспортировка скоропортящихся пищевых продуктов в инновационном подвижном составе // Транспорт: наука, техника, управление. Научный информационный сборник. 2020. № 3. С. 3-8.
2. Башаров А.М., Горбачев В.Н., Трубилко А.И. Один протокол квантовой стеганографии на основе перепутанных состояний W-класса // Оптика и спектроскопия. 2012. Т.112. № 3. С.361.
3. Голубев Е.А. Стеганографические технологии – новое направление защиты информации // Т-Comm: Телекоммуникации и транспорт. 2012. Т. 6. № 6. С. 49-53.
4. Монарев В.А., Фионов А.Н., Шокин Ю.И. Обзор современных теоретико-информационных подходов к решению основных задач криптографии и стеганографии // Вычислительные технологии. 2010. Т. 15. № 2. С. 69-86.

5. Буланов В.А., Волосатова Т.М., Чичварин Н.В. Информационная безопасность открытых каналов передачи проектной документации // Проектные АСУ и контроллеры. 2015. № 2. С. 56-64.

6. Пастухов Д.Ф., Волосова Н.К., Волосова А.К. Некоторые методы передачи QR-кода с помощью стеганографии // Мир транспорта, 2019, Т.17, № 3 (82). – С. 16-39.

7. Шокин Ю.И., Юрченко А.В. О моделях организации хранения и использования научных данных: основные принципы, процессы и механизмы // Информационно-управляющие системы. 2019. № 3 (100). С. 45-54.

8. Шокин Ю.И., Добрецов Н.Н., Кихтенко В.А., Воронина П.В., Смирнов В.В., Чубаров Д.Л., Мамаш Е.А. Информационная система приема, обработки и доступа к спутниковым данным и ее применение для решения задач мониторинга окружающей среды // Вычислительные технологии. 2015. Т. 20. № 5. С. 157-174.

9. Горелик А.Л., Тимушев А.Г., Шабаров В.В. Организация внутреннего консалтинга промышленных корпораций // Тяжёлое машиностроение, № 6, 2001. // С. 16-20.

10. Горелик А.Л., Раткин Л.С. Об устойчивости корпоративных информационных сетей // Вопросы оборонной техники, № 2 (315), 2003. – С. 43-45.

11. Раткин Л.С. К столетию со дня рождения Президента АН СССР М.В. Келдыша: у истоков программы пилотируемых космических полетов (пленарный доклад) // Материалы Второй международной научно-технической конференции «Нестационарные, энерго- и ресурсосберегающие процессы и оборудование в химической, нано- и биотехнологии – НЭРПО-2011» // Под общей редакцией Г.И. Ефремова.– М.: Издательство МГОУ, 2011, С. 13-16.

12. Раткин Л.С. Патент на изобретение РФ № 2322693.

Сведения об авторе

Раткин Леонид Сергеевич, к.т.н., начальник отдела научных разработок научно-производственного предприятия «АРГМ», действительный член Российской академии естественных наук, Российской инженерной академии, Международной инженерной академии, Академии технологических наук РФ, Европейской академии естественных наук и Международной академии информатизации, офицер запаса.

Адрес АРГМ: 127006, г. Москва, ул. Долгоруковская, 5.

Тел. 8-915-450-77-67 моб., (499) 251-85-32 служ.

E-mail: rathkeen@bk.ru.

ВНИМАНИЮ АВТОРОВ

Научный информационный сборник «ТРАНСПОРТ: наука, техника, управление» включен в новый ПЕРЕЧЕНЬ рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени кандидатов наук, на соискание ученой степени докторов наук (распоряжением Минобрнауки России № 21-р. от 12 февраля 2019 г.)

(Из Перечня ВАК по состоянию на 03.04.2019 года)

(Раздел «Перечень рецензируемых научных изданий (ВАК) mgsu.ru»).

URL: http://mgsu.ru/science/publikatsionnaya-aktivnost/Perechen_VAK_03042019_specialnosti.pdf

№ п/п	Наименование издания	ISSN	Группы научных специальностей/научные специальности и соответствующие им отрасли науки, по которым присуждаются ученые степени	Дата включения издания в Перечень
1458.	Научный информационный сборник "Транспорт: наука, техника, управление"	0236-1914	05.22.01 – Транспортные и транспортно-технологические системы страны, ее регионов и городов, организация производства на транспорте (технические науки), 05.22.07 – Подвижной состав железных дорог, тяга поездов и электрификация (технические науки), 05.22.08 – Управление процессами перевозки (технические науки), 05.22.10 – Эксплуатация автомобильного транспорта (технические науки), 05.22.14 – Эксплуатация воздушного транспорта (технические науки), 05.22.19 – Эксплуатация водного транспорта, судовождение (технические науки), 08.00.05 – Экономика и управление народным хозяйством (по отраслям и сферам деятельности) (экономические науки)	с 28.12.2018

В рецензируемом научном информационном сборнике «ТРАНСПОРТ: наука, техника, управление» редакция традиционно публиковала статьи по группам научных специальностей. Тематика статей включает информационные технологии на транспорте, общие вопросы транспорта, логистику, железнодорожный, автомобильный, внутренний водный, морской, воздушный, трубопроводный, промышленный и городской транспорт, взаимодействие видов транспорта, смешанные перевозки грузов.

При этом следует иметь в виду, что согласно новым правилам в журналах, включенных в Перечень ВАК, для защиты диссертаций будут учитываться только статьи по уточненным научным специальностям, а не по группам специальностей. Поэтому авторам при подготовке статей с целью их последующего учета при защите диссертаций следует особое внимание уделять шифру научного направления и обязательно сверяться с новым Перечнем ВАК.

Соискателю ученой степени важно знать: Публикации по другим специальностям, не соответствующим специальности защищаемой диссертации, ВАК засчитывать НЕ будет.

Если статья была опубликована до 28 декабря 2018г. (т.е. до публикации обновленного перечня ВАК), статья будет засчитана.

Разъяснения по новым правилам имеются в сети Интернет. Раздел «Новые правила публикации статей в журналах из перечня ВАК». Например, URL: originaldissertations.com/newjournals2019.php

ИНФОРМАЦИЯ ДЛЯ АВТОРОВ THE INFORMATION FOR AUTORS

ПРАВИЛА

направления, опубликования и рецензирования научных статей

1. К рассмотрению принимаются рукописи, отражающие результаты оригинальных исследований. Содержание рукописи должно относиться к тематике журнала, соответствовать его научному уровню, обладать определенной новизной и представлять интерес для широкого круга читателей журнала.

2. Опубликованные материалы, а также рукописи, находящиеся на рассмотрении в других изданиях, к публикации не принимаются.

3. Редакционная коллегия, а также рецензенты принимают на себя обязательство ограничить круг лиц, имеющих доступ к присланной в редакцию рукописи.

4. Рукопись должна содержать постановку задачи, исследование, библиографические ссылки и выводы.

5. К рассмотрению принимаются рукописи объемом не более одного авторского листа (авторский лист содержит 40 тыс. знаков, включая пробелы). Статьи принимаются в распечатанном виде и по электронной почте.

6. **Рукопись статьи должна быть представлена в следующем составе и последовательности:**

- перед названием статьи должно быть указан индекс УДК;
- название статьи на русском языке, под ним – фамилия автора (авторов) с указанием учёной степени, звания, места работы или учёбы;

- название статьи на английском языке, под ним – в латинской транслитерации фамилия автора (авторов) и на английском языке указание учёной степени (например, Doctor (Tech.), Ph. D.(Econ.)), звания (например, Professor, Associate Professor), места работы или учёбы;

- ключевые слова на русском языке, под ними - ключевые слова на английском языке (не менее пяти слов) (курсивом);

- аннотация (краткий реферат) не более 10 строк на русском языке, под ней - аннотация на английском языке (курсивом);

- текст, напечатанный шрифтом Times New Roman, кегль 14, через полтора интервала, в одну колонку, с полями не менее 20 мм, с пронумерованными страницами, с указанием номеров рисунков, рисунками, подрисовочными подписями и необходимыми к ним пояснениями. **Все рисунки должны быть черно-белыми, без оттенков, четко выполненными.** Рукопись не должна содержать более 10 рисунков и 5 таблиц;

- список использованной литературы (библиография) - не менее десяти источников, желательно использование также зарубежных источников;

- сведения об авторах: фамилия, имя и отчество (полностью), ученая степень, звание, должность, место работы и (или) учебы (полностью), адрес учреждения (с почтовым индексом) (домашний адрес не указывается), контактные телефоны (в том числе мобильный), e-mail;

- подписи авторов с указанием даты отправки рукописи.

7. **Рукопись должна быть представлена также на электронном носителе** (в программе Microsoft Word, шрифт Times New Roman, кегль 14, междустрочный интервал 1,5, расположение в одну колонку).

Текст и каждый рисунок должны быть представлены отдельными файлами:

- текста статьи – в формате DOC или RTF, имя файла текста статьи должно состоять из фамилии первого автора в латинской транслитерации (например, Karpuhin.doc)

- рисунки – в одном из форматов: TIFF, JPEG, GIF, EPS. Имя файла каждого рисунка должно состоять из фамилии первого автора в латинской транслитерации, дополненного знаком «подчеркивание» и номером рисунка в статье (например, Karpuhin_1.tif; Karpuhin_2.tif и т.д.).

8. При написании математических формул, подготовке графиков, диаграмм, блок-схем не допускается применение размеров шрифтов менее № 8 (за исключением индексов). Таблицы, рисунки и формулы являются частью текста и должны допускать электронное редактирование. Сложные математические формулы должны быть представлены как встроенные в Word объекты Microsoft Equation (Math Type).

9. Ссылки на литературу даются в порядке упоминания; в тексте номер ссылки ставится в квадратные скобки. Список использованных источников приводится в конце рукописи под заголовком «Литература». Библиографические описания в этом списке литературы оформляются в соответствии с ГОСТ Р 7.0.5-2008.

10. **К рукописи статьи прилагается экспертное заключение** о возможности публикации статьи в открытой печати, заверенное подписью и печатью.

11. Издание осуществляет рецензирование и проверку на антиплагиат всех поступающих в редакцию материалов с целью их экспертной оценки. Все рецензенты являются признанными специалистами по тематике рецензируемых материалов. К рецензированию могут привлекаться члены Редакционной коллегии.

12. Редакция издания направляет авторам представленных материалов копии рецензий или мотивированный отказ, а также обязуется направлять копии рецензий в Министерство образования и науки Российской Федерации при поступлении в редакцию сборника соответствующего запроса.

Рукописи, не соответствующие указанным требованиям, редакцией не рассматриваются.

13. Все публикации в сборнике бесплатные. Авторские экземпляры научных сборников заказываются за плату.

14. Полные тексты статей сборника публикуются с отставанием на 12 мес. с момента выхода из печати и находятся в свободном доступе на сайте ВИНТИ РАН (Раздел «Издания и продукты»). – URL: <http://www.viniti.ru/products/publications/pub-12187#issues>.

15. Полное содержание журнала и метаданные статей (по мере выхода) находятся в свободном доступе на сайте НЭБ. – URL: <http://elibrary.ru/contents.asp?issueid=1367223>